はじめに

みなさん，こんにちは。

この講座は，スタンダードレベル化学のなかでも「有機化学」を扱う講座です。

反応が，どのように起こっているのかを講義で学び，演習していただけたらと思います。
もし，有機化学があまり得意ではない方でしたら，まずは導入部分の反応を頭に入れて，講義に臨むとよいと思います。

まずは有機化合物を愛することからです。有機化合物を愛し，手を動かして何度も解き進めることで，有機化合物の構造を決定することが楽しくなるはずです。
苦手な方は，時間がかかっても構いません。
あきらめずに，向き合ってみましょう。

13～22講では，高分子化合物を扱います。
高分子でも有機反応が登場するので，1～12講の内容を復習しながら進めていきましょう。

高分子化合物に慣れていない人は，とにかく手を動かして書いてみてくださいね。
構造も，反応も書いてみることです。
映像を途中で止めてもいいので，手を動かしましょう。

最後に。
しんどい時こそ，講義を受けてください。カメラ越しではありますが，全力で，応援しています。

坂田　薫

目次

第１章　有機化学の基礎

第１講　有機化合物の構造決定・元素分析・有機化合物の立体構造 ―― p.3
第２講　構造異性体 ―― p.9
第３講　立体異性体 ―― p.12

第２章　脂肪族化合物の性質

第４講　炭化水素①　アルカン・アルケン ―― p.16
第５講　炭化水素②　アルキン ―― p.23
第６講　アルコール・エーテル ―― p.28
第７講　アルデヒド・ケトン ―― p.32
第８講　カルボン酸・エステル ―― p.37

第３章　芳香族化合物の性質

第９講　ベンゼン・芳香族炭化水素 ―― p.46
第10講　フェノール ―― p.51
第11講　アニリン ―― p.56
第12講　芳香族化合物の分離 ―― p.61

第４章　天然有機(高分子)化合物

第13講　油脂とセッケン ―― p.66
第14講　糖類(単糖) ―― p.71
第15講　糖類(二糖・デンプン) ―― p.74
第16講　糖類(セルロース) ―― p.80
第17講　アミノ酸 ―― p.85
第18講　ペプチド・タンパク質 ―― p.89
第19講　酵素 ―― p.93
第20講　核酸 ―― p.96

第５章　合成高分子化合物

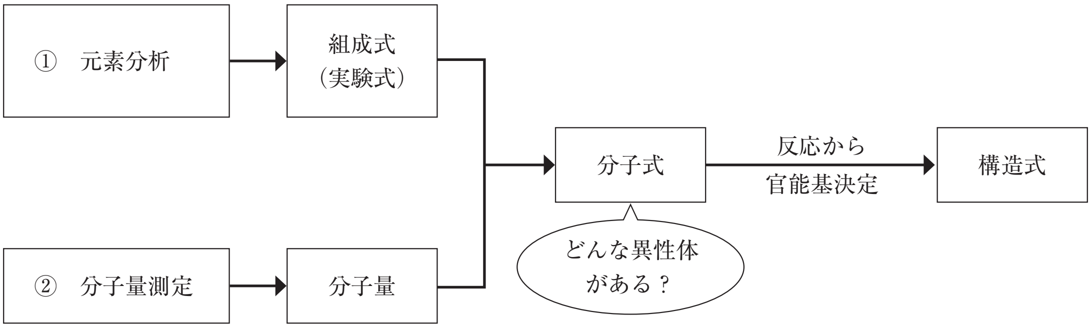
第21講　合成高分子化合物(1) ―― p.101
第22講　合成高分子化合物(2) ―― p.108

第１章　　有機化学の基礎

第１講　有機化合物の構造決定・元素分析・有機化合物の立体構造

1　有機化合物の構造決定

大学入試における有機化学の目標は，与えられた情報から，有機化合物の構造を決定することである。構造を決定するために，何が必要なのかを確認していく。

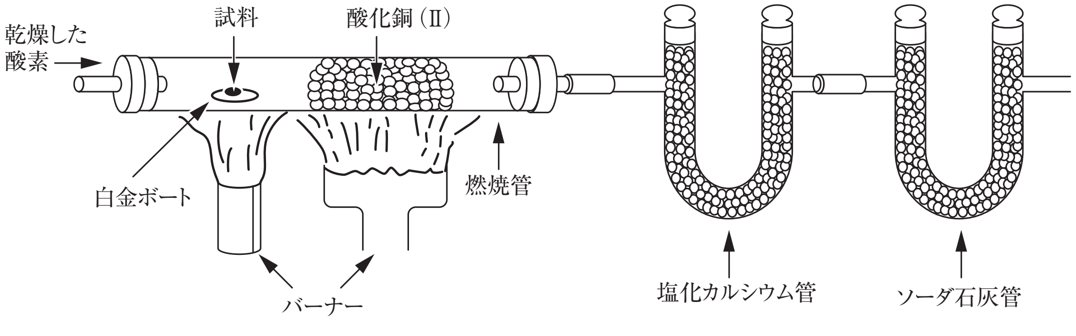


①元素分析（組成式の決定）

有機化合物の組成式を決定するために，有機化合物中のＣ原子はCO_2に，Ｈ原子はH_2Oに，Ｎ原子はN_2やNH_3に変化させ，それぞれの量を決定する。

有機化合物の多くは，C･H･Oから構成されているため，燃焼反応を利用することが多い。

※実験



注意１：炭素の不完全燃焼により生じるCOをCO_2に変化させるために，酸化銅（Ⅱ）と共に燃焼させる。

$$CO + CuO \longrightarrow Cu + CO_2$$

注意２：ソーダ石灰はCO_2だけでなくH_2Oも吸収するため，塩化カルシウム管とソーダ石灰管の順番は逆にしてはならない。

②分子量測定

分子量測定は理論化学ですでに学んでいるものが多い。代表的なものを以下に記す。

a. 気体の状態方程式（有機化合物の沸点が高くないとき・揮発性のとき）

有機化合物を気体に変化させ，その密度を測定することで，分子量を導くことができる。

$$PV = nRT, \quad n = \frac{w}{M} \qquad \text{より} \qquad M = \frac{w}{V} \cdot \frac{RT}{P}$$

b．比重（有機化合物が常温付近で気体のとき）

基準となる気体（例えば空気，分子量M_Aとする）に対する比重から分子量Mを導くことができる。

$$M = M_\mathrm{A} \times \text{比重}$$

c．中和滴定（有機化合物が酸性，塩基性のとき）

例えば，有機化合物がn価の酸である場合，C(mol/L)，N価の塩基を用いた中和滴定で分子量Mを導くことができる。

有機化合物w(g)に対し，塩基がV(mL)必要だったとすると，

$$\frac{w}{M} \times n = C \times \frac{V}{1000} \times N$$

d．凝固点降下（有機化合物が不揮発性で低分子のとき）

有機化合物の溶液の凝固点降下（凝固点降下度）ΔT_fを測定することにより，分子量を導くことができる。

$$\Delta T_\mathrm{f} = K_\mathrm{f} \times m, \quad m = \frac{\frac{w}{M}}{w(\text{溶媒})}$$

（K_f：モル凝固点降下）

e．浸透圧（有機化合物が高分子のとき）

有機化合物の溶液の浸透圧π(Pa)を測定することにより，分子量を導くことができる。

$$\pi V = nRT, \quad n = \frac{w}{M} \qquad \text{より} \qquad M = \frac{w}{V} \cdot \frac{RT}{\pi}$$

2　有機化合物の立体構造

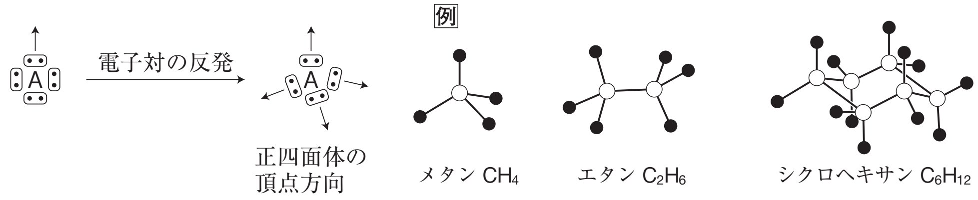
有機化合物は非金属の化合物のため『分子』である。よって，立体構造は『分子』で学んでいる通り，中心原子の周りにある電子対の数で決まる。

有機化学では，見やすさを重視し，その立体構造を平面で表記している。よって，本当の立体構造を理解した上で構造式を使わないと，有機化学を理解することはできない。

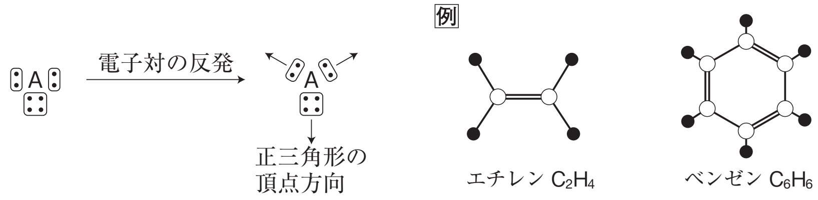
分子の構造の復習を含め，有機化合物の立体構造の例を記しておく。

原子の周りに，何対の電子対があるかで構造が決まる(このとき，二重結合や三重結合もそれぞれ一対と考える)。それぞれの電子対は，反発が最小になるように配置される。

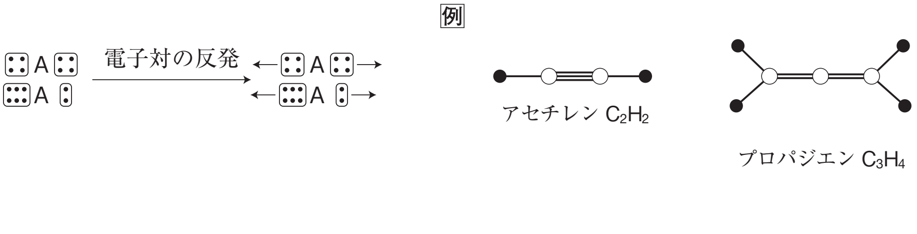
・4対のとき(単結合×4)→正四面体



・3対のとき(単結合×2＋二重結合×1)→正三角形



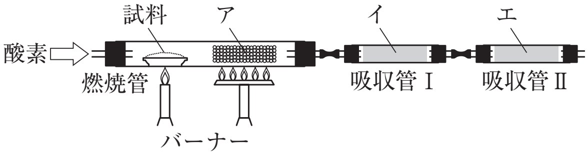
・2対のとき(三重結合×1＋単結合×1，または二重結合×2)→直線



第1講　演習問題

1　次の文章を読み，各問の設問に答えなさい。ただし，原子量はH＝1，C＝12，O＝16とする。

吸収管Ⅰ及びⅡを連結した燃焼管に組成式$C_xH_yO_z$で表される試料を入れて以下の実験を行うと，試料の組成式を求めることが可能である。すなわち，試料を，酸素を通しながら(　ア　)存在下に加熱し，完全燃焼させる。吸収管Ⅰに充填した(　イ　)は(　ウ　)を，吸収管Ⅱの(　エ　)は(　オ　)をそれぞれ吸収するので，燃焼後に吸収管ⅠとⅡの質量増加分を測定すると，通過させる酸素や試料が十分に乾燥していれば，試料中のHとCの質量が求まる。



問1　空欄(　ア　)～(　オ　)に最も適する語句を下の欄から選べ。

(0)　炭酸水素ナトリウム　　(1)　ソーダ石灰　　(2)　一酸化炭素　　(3)　酸素
(4)　水　　(5)　塩化ナトリウム　　(6)　塩化カルシウム　　(7)　酸化銅(Ⅰ)
(8)　酸化銅(Ⅱ)　　(9)　二酸化炭素

問2　燃焼管に入れる(　ア　)の役割として最も適するものを下の欄から選べ。

(0)　乾燥剤　　(1)　脱臭剤　　(2)　酸化剤　　(3)　還元剤　　(4)　凝固剤

問3　吸収管ⅠとⅡを逆に連結すると正確な元素の質量組成が求まらない。その理由を以下の文章に続けて25字以内で記述しなさい。

吸収管Ⅱが先にあると，(　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　)。

問4　試料13.9mgを完全燃焼させると，吸収管Ⅰ及び吸収管Ⅱの質量は，それぞれ17.1mgと34.8mg増加した。試料の組成式を求めなさい。

2 化合物a～fのうち，すべての原子が同一平面上にあるものをすべて選びなさい。

a　ブタン　　b　シクロヘキサン　　c　塩化ビニル
d　2-メチルプロペン　　e　クロロベンゼン　　f　トルエン

第１講　確認テスト

1　炭素，水素，酸素からなる有機化合物69mgを完全燃焼させたところ，二酸化炭素132mgと水81mgが生じた。この化合物の組成式として最適なものを次の①～⑧のうちから1つ選べ。ただし，原子量は，H = 1.0，C = 12.0，O = 16.0とする。

① CH_2O　② CH_2O_2　③ CH_4O　④ C_2H_4O
⑤ C_2H_6O　⑥ C_3H_6O　⑦ $C_3H_6O_2$　⑧ C_3H_5O

第２講　構造異性体

3　異性体

有機化合物には，分子式ごとに多くの構造が存在する。それが異性体である。よって，分子式が決定したら，その分子式で可能な異性体を考えていかなくてはならない。

構造異性体は『書き出せるかどうか』，立体異性体は『見つけることができるかどうか』が問われていく。

①構造異性体

構造式が異なるもの，すなわち，元素や結合の配列の異なるものが構造異性体である。

書くときのポイントは

『C骨格を決めて官能基をつける』

ことである。

よって，C骨格を書き出せるかどうかである。

第２講　演習問題

1　次の分子式で表される構造異性体は何種類か。

(1)　C_5H_{12}

(2)　$C_5H_{12}O$

(3)　$C_5H_{10}O_2$ のエステル

第２講　確認テスト

1　分子式C_6H_{14}の構造異性体は何種類書けるか。次の中から適当なものを選べ。

①　4　　②　5　　③　6　　④　7　　⑤　8

第3講　立体異性体

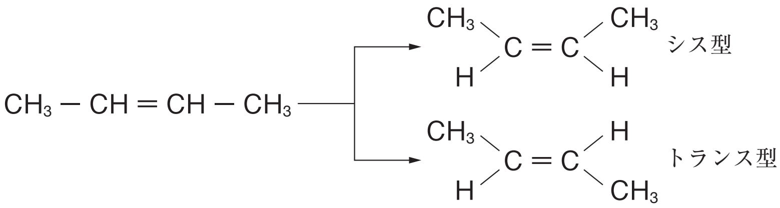
3　異性体

②立体異性体

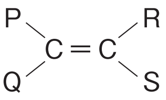
原子団の空間配列が異なるのが立体異性体である。同じ構造式で表すことができるため，立体異性体の存在は，有機化合物の立体構造を考えて，はじめて見えてくる。

a．シス－トランス(幾何)異性体

炭素間二重結合や環状構造は回転できない(回転障害)。これにより生じるのがシス－トランス(幾何)異性体である。



☆シス－トランス(幾何)異性体が生じる条件

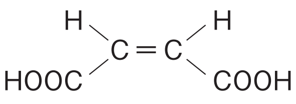


P≠Q　∩　R≠S

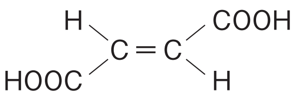
シス－トランス(幾何)異性体は，化学的性質は同じであるが，物理的性質は異なる。

例　どんな性質の違いがあるか考えてみよう。

$C_4H_4O_4$



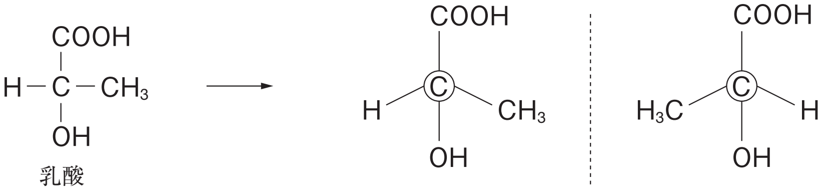
マレイン酸
(シス型)



フマル酸
(トランス型)

ｂ．鏡像(光学)異性体

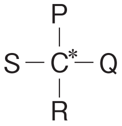
不斉炭素原子をもつことにより生じるのが鏡像(光学)異性体である。



乳酸

鏡像体
(対掌体)

☆鏡像(光学)異性体が生じる条件



P≠Q≠R≠Sすなわち不斉炭素原子がある

一般に，不斉炭素原子がn個あると，鏡像(光学)異性体は2^n個存在する。

鏡像(光学)異性体は，化学的性質や物理的性質は同じである。光に対する性質(**旋光性**)が異なる。

第３講　演習問題

1　化合物Ａは，分子量が60～80の範囲にある炭化水素である。10.5mgの化合物Ａを完全燃焼させたところ，二酸化炭素33.0mgと水13.5mgが生成した。以下の各問いに答えなさい。

問１　化合物Ａの分子式を書きなさい。

問２　化合物Ａとして考えられる環式炭化水素の構造異性体の数を書きなさい。

問３　化合物Ａとして考えられる鎖式炭化水素の異性体の数(構造異性体とシス－トランス(幾何)異性体の合計)を書きなさい。

2　次の化合物ア～カのうち，不斉炭素原子を持つ化合物が二つある。その組合せとして正しいものを，下の①～⑥のうちから選べ。

ア　$CH_3CH_2CH_3$　　イ　$CH_3CH(OH)CH_3$　　ウ　$CH_3CH(OH)CH_2COOH$
エ　$CH_3CH=CHCH_3$　　オ　$CH_2(OH)CH(OH)CH_2OH$
カ　$CH_3CH(NH_2)COOH$

①　イ，エ　　②　ウ，カ　　③　エ，オ
④　ア，オ　　⑤　イ，ウ　　⑥　オ，カ

第3講　確認テスト

1　ア～エのうち，正しいものはどれか。最適な組み合わせを下の①～⑧のうちから1つ選べ。

ア　C_3H_6 には構造異性体がある。
イ　C_3H_8O には鏡像(光学)異性体がある。
ウ　C_4H_{10} にはシス－トランス異性体(幾何異性体)がある。
エ　C_5H_{12} には3種類の構造異性体がある。

①　アとイ　②　アとウ　③　アとエ　④　イとウ　⑤　イとエ
⑥　ウとエ　⑦　アとイとウ　⑧　イとウとエ

第２章　　脂肪族化合物の性質

第４講　炭化水素①　アルカン・アルケン

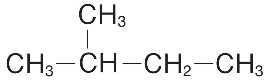
1　炭化水素

①アルカン：鎖式飽和炭化水素（C_nH_{2n+2}）

名『～ane』

n=1	CH_4	メタン
n=2	C_2H_6	エタン
n=3	C_3H_8	プロパン
n=4	C_4H_{10}	ブタン
n=5	C_5H_{12}	ペンタン
n=6	C_6H_{14}	ヘキサン
n=7	C_7H_{16}	ヘプタン
n=8	C_8H_{18}	オクタン
n=9	C_9H_{20}	ノナン
n=10	$C_{10}H_{22}$	デカン

例：



2－メチルブタン

反応　結合（C－C・C－H）を無理矢理切る

a．熱分解（クラッキング）

炭素数の大きいアルカンを強熱により分解し，炭素数の小さい炭化水素にする。

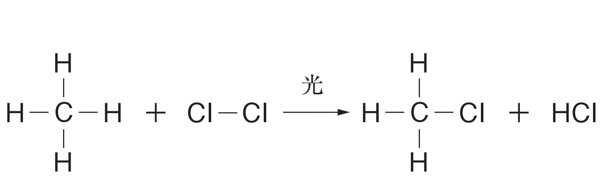
例：

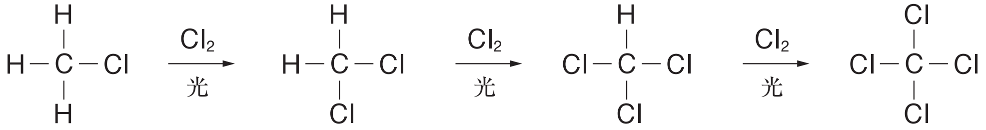
$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow{熱} CH_2=CH_2 \;+\; CH_3-CH_2-CH_3$$

b．置換反応（ハロゲン化）

光（紫外線）の照射により，ハロゲンの単体と反応し，ハロゲン化炭化水素へ変化する。

例：



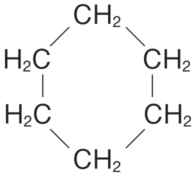


クロロメタン（塩化メチル）　ジクロロメタン（塩化メチレン）　トリクロロメタン（クロロホルム）　テトラクロロメタン（四塩化炭素）

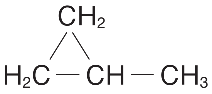
②シクロアルカン：環式飽和炭化水素(C_nH_{2n})

名　『シクロ～ane』

例：

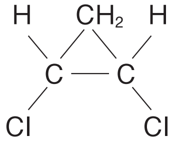


シクロヘキサン

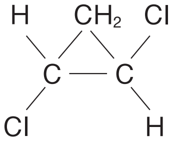


メチルシクロプロパン

注意：環状構造は回転できないため，シス－トランス(幾何)異性体が存在する可能性がある。



シス－1,2－ジクロロシクロプロパン



トランス－1,2－ジクロロシクロプロパン

反応　基本的にアルカンと同じ

③アルケン：不飽和炭化水素（C_nH_{2n}）

名　『～ene』

n=2　C_2H_4　エテン（**エチレン**）

n=3　C_3H_6　プロペン（**プロピレン**）

n=4　C_4H_8　ブテン

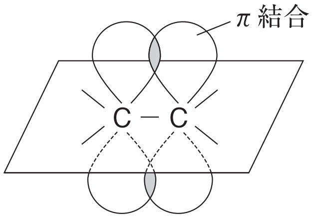
n=5　C_5H_{10}　ペンテン

例：

$CH_3-CH=CH-CH_3$

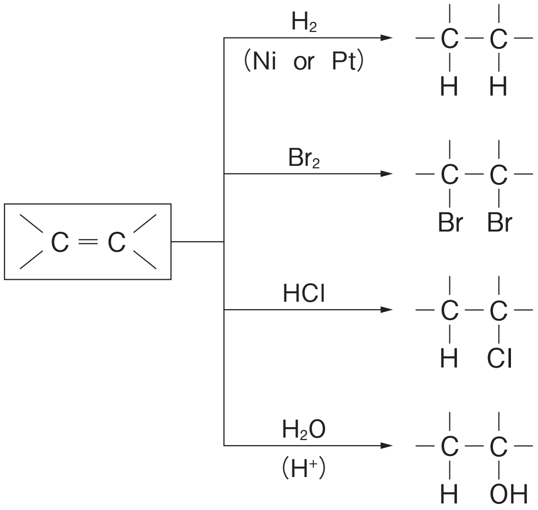
2-ブテン

反応　C＝C結合（π結合）への付加



a．付加反応

π結合にH_2，ハロゲン，酸※，H_2O※が付加する。

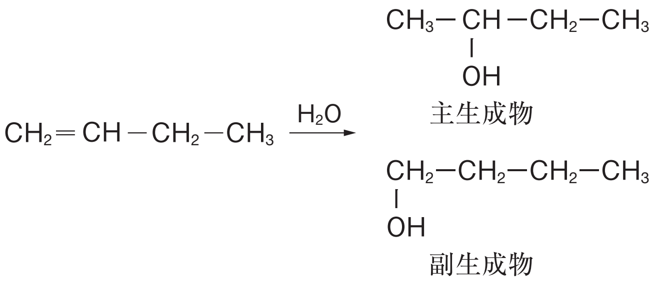


検　C＝C，C≡C

※マルコフニコフ則

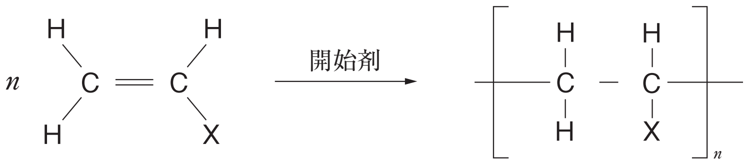
　非対称アルケンに酸や水が付加するとき，より多くのＨ原子と結合しているＣ原子にＨ原子が付加しやすい。

例：



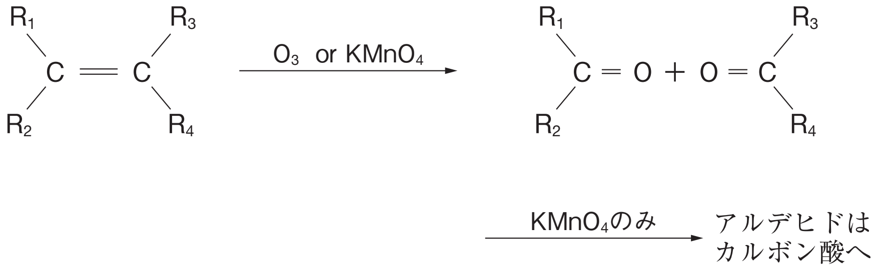
b．付加重合

　適当な開始剤を加えることにより，アルケン分子同士が付加反応を繰り返し，重合していく。



c．酸化開裂

　O_3や$KMnO_4$(酸性条件)などの酸化剤により酸化され，アルデヒドやケトンを生じる。$KMnO_4$(酸性条件)を使用した場合，アルデヒドはカルボン酸まで酸化される。



第４講　演習問題

1

ある炭化水素Ａの構造式を知りたい。そのため140mgのＡを用いて，つぎの実験(1)～(3)をそれぞれ行った。

実験(1)　炭化水素Ａを完全燃焼させたところ，二酸化炭素440mgと水180mgが得られた。これより，Ａの組成式は［1(組成式)］とわかった。

実験(2)　炭化水素Ａを0.1Lの密閉容器に入れて500Kに保ったところ，容器内の圧力は8.31×10^4Paを示した。これより，Ａの分子量は［2(数値)］とわかった。

実験(1)と(2)より，炭化水素Ａの分子式は［3(分子式)］である。ただし，気体定数は8.31×10^3(Pa･L/mol･K)とする。

実験(3)　炭化水素Ａと臭素を反応させたところ，臭素の［4(語)］色が消失し，化合物Ｂが生成した。このとき，Ａのすべてを反応させるためには，［5(数値)］mgの臭素が必要であった。

ただし，原子量はBr＝80とする。

実験(3)により，炭化水素Ａは［6(語)］式炭化水素とわかった。しかし，ここまでの結果からＡを特定することはできず，シス－トランス(幾何)異性体を含めると，［7(数値)］個の異性体が考えられた。そこで，以下の実験(4)を行った。

実験(4)　炭化水素Ａをオゾン分解*1して２種類の化合物を得た。両化合物ともヨードホルム反応で［8(語)］色結晶が生じた。

*1　オゾン分解反応

R_1，R_2，R_3：アルキル基

以上の実験より，炭化水素Ａの構造式は［9(構造式)］と特定することができた。また，実験(3)で得られた化合物Ｂの構造式は［10(構造式)］であり，実験(4)において，オゾン分解して得られた２種類の化合物の構造式は［11(構造式)］と［12(構造式)］(順不同)とわかった。

＜Note＞

第4講　確認テスト

1　脂肪族炭化水素に関する記述として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

① アルカンの炭素数が一つ増えると，分子量は15増加する。
② アルカンの沸点は炭素数が増えるにつれて低くなる。
③ アルカンと塩素の混合気体に光を照射すると，付加反応が起こる。
④ アルケンの二重結合はアルカンの単結合より長い。
⑤ アルケンには，常にシクロアルカンの構造異性体が存在する。
⑥ アルケンを還元するとアルカンが得られる。

第5講　炭化水素②　アルキン

1　炭化水素

④アルキン（C_nH_{2n-2}）

名 『～yne』

n=2　C_2H_2　エチン（**アセチレン**）
n=3　C_3H_4　プロピン
n=4　C_4H_6　ブチン

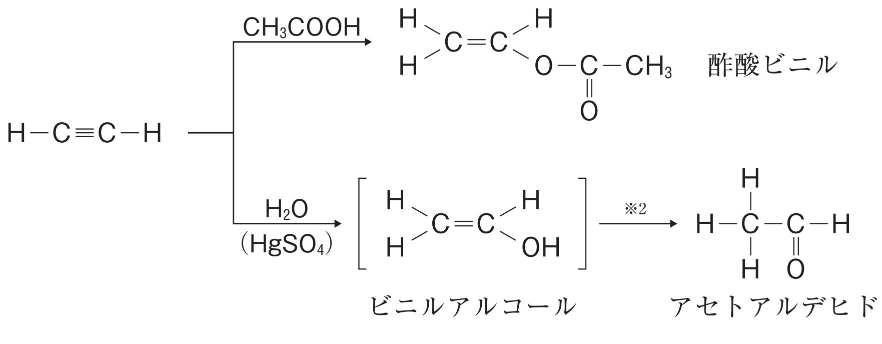
例：CH≡C−CH_2−CH_3
1-ブチン

反応　C≡C結合（π結合）への付加・−C≡C−Hの電離

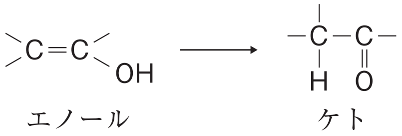
a．付加反応

π結合にH_2，ハロゲン，酸[※1]，H_2O[※1]が付加する。

※1　アルケン同様，マルコフニコフ則が成立



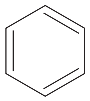
※2　ケト−エノール互変異性



b．付加重合

アルケン同様，付加により重合が起こる。しかし，二分子，三分子のみである。

$$3\mathrm{H-C\equiv C-H} \xrightarrow[\mathrm{Fe}]{}$$



c．アセチリドの生成(置換)　　検　$-\mathrm{C\equiv C-H}$

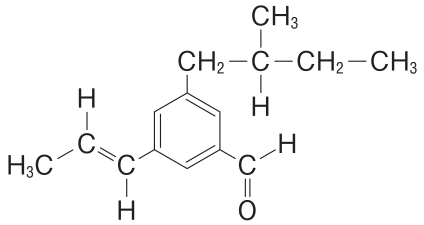
C骨格の末端に炭素間三重結合があるとき，アンモニア性硝酸銀水溶液を加えると，沈殿が生じる。

$$\mathrm{H-C\equiv C-H} \xrightarrow{[\mathrm{Ag(NH_3)_2}]^+} \mathrm{AgC\equiv CAg}\downarrow$$

銀アセチリド(白)

第5講　演習問題

1　次の2つの文を読み，以下の各問に答えよ。なお，構造式は右の例にならって記せ。また，鏡像(光学)異性体は区別しなくて良い。



a)分子式C_6H_{12}の2種の異性体を，それぞれ1mol用い，過マンガン酸カリウムにより酸化すると，いずれの異性体からも，カルボン酸Aが2mol得られた。また，この2種の異性体をニッケルを触媒にして水素と反応させると，いずれの異性体からも，分子式C_6H_{14}をもつ直鎖状のアルカンBが得られた。さらに，この2種の異性体ともに塩化水素を付加させると化合物Cが得られた。

化合物Dに硫酸水銀(Ⅱ)を触媒として水を付加させると，不安定な中間体Eを経てアルデヒドFが得られた。さらにFを酸化すると酢酸が得られた。一方，化合物Dを赤熱した鉄に触れさせると，組成式CHの化合物Gが得られた。

問1　下線部a)の2種の異性体に相当する構造式をそれぞれ記せ。

問2　下線部a)の2種の異性体のような関係にある異性体を何と呼ぶか記せ。また，なぜこのような異性体が存在するのか，その理由を「回転」という語句を用いて説明せよ。

問3　化合物A〜Gの構造式を記せ。

問4　化合物A〜Gのうち，不斉炭素を有するものはどれか記号で記せ。

2　不飽和炭化水素Ａ，ＢおよびＣに関する次の記述(1)～(5)を読んで，問１および問２に答えよ。

(1)　Ａ，ＢおよびＣは同じ炭素数をもつ。いずれも枝分かれのない構造をもち，シス－トランス(幾何)異性体も存在しない。

(2)　20.5mgのＡを完全に燃焼させると，22.5mgの水と66.0mgの二酸化炭素が生成した。Ａの分子量を測定すると82だった。

(3)　ＣはＡの異性体である。

(4)　Ａ，ＢおよびＣそれぞれ0.1molに対して白金を用いて水素を付加させると，ＡとＢは0.1molの水素と，Ｃは0.2molの水素と反応した。このとき，ＢとＣからは同じ生成物が得られた。

(5)　Ｃの不飽和結合の両端には同じアルキル基が結合している。

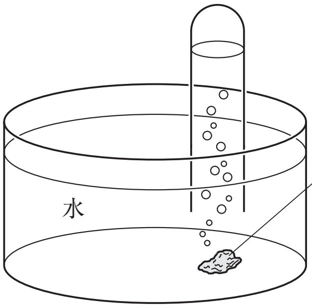
問１　記述(2)より，Ａの分子式を求めよ。

問２　記述(1)～(5)より，Ａ，ＢおよびＣとして最も適切な化合物の構造式を書け。

第5講　確認テスト

1　次のような実験操作を行い，発生する気体を捕集した。実験操作および発生する気体に関する下の記述①～⑤のうちから，誤っているものを一つ選べ。

アルミニウム箔で小粒の炭化カルシウムを包み，アルミニウム箔に小さな穴をあけた。これを図のように水中に沈め発生する気体を試験管に集めた。



① 試験管に臭素水を加えて振ると，付加反応が起こり臭素水の赤褐色が消える。

② この気体が水上置換で捕集できるのは，この気体分子が直線形の無極性分子で水に溶けにくいためである。

③ 試験管に炎を近づけ点火すると，すすを出して燃える。

④ この気体に水銀塩を触媒として水を反応させると，酸性を示す物質が生成する。

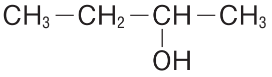
⑤ この気体を赤熱した鉄に触れさせると，ベンゼンが生成する。

第6講　アルコール・エーテル

2　アルコール・エーテル

①アルコール（R－OH）
ヒドロキシ（ル）基

名　『～ol』

例：　2-ブタノール

反応　－OHの電離・脱水・酸化

a．Naと反応してH_2発生　　検　－OH

$$2ROH + 2Na \longrightarrow 2RONa + H_2$$

ナトリウムアルコキシド

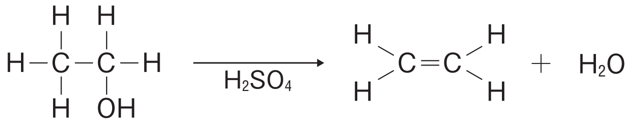
b．脱水

一般的な脱水は温度が100℃を超えるので，その温度に耐えることのできる濃硫酸を利用する。⇒⑴⑵

⑴低温（130～140℃）⇒分子間

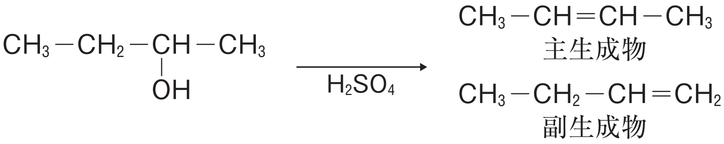
$$C_2H_5-OH + HO-C_2H_5 \xrightarrow[H_2SO_4]{} C_2H_5-O-C_2H_5 + H_2O$$

⑵高温（160～170℃）⇒分子内



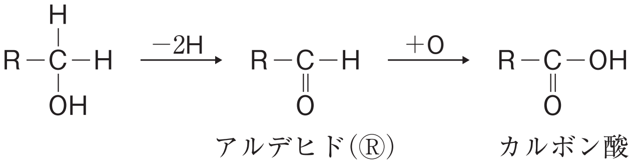
※ザイツェフ則

非対称のアルコールで分子内脱水が起こる場合，結合しているＨ原子が，より少ないＣ原子からＨ原子が脱離しやすい。

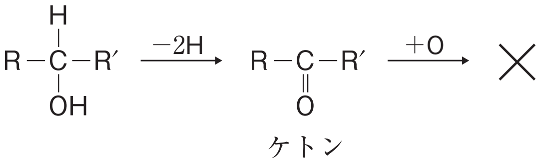


c.　酸化反応

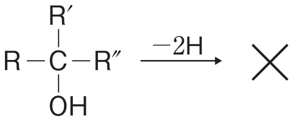
１級



２級



３級



②エーテル(R－O－R′)　（R－O－R′：エーテル結合）

名　『RR′エーテル』

例：

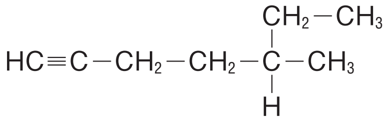
$C_2H_5-O-C_2H_5$　ジエチルエーテル

$CH_3-O-C_2H_5$　エチルメチルエーテル

※揮発性・引火性・麻酔性をもつ

第6講　演習問題

1　次の記述を読んで，問い(問1～問3)に答えよ。
ただし，構造式を書く場合は，例にならって書け。



構造式の例

1．化合物A，B，C，Dは，分子式$C_5H_{12}O$で表されるアルコールである。不斉炭素原子をAとCはもつが，BとDはもたない。

2．A～Dにそれぞれ二クロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液を加えると，AからはEを経て酸性物質Fが，Bからは中性物質Gが，Cからは中性物質Hが生成した。しかし，Dはほとんど反応しなかった。

3．BとCにそれぞれ濃硫酸を加えて高温に熱すると，主生成物として同一の炭化水素Iが生成した。

4．Dに濃硫酸を加えて高温に熱すると，主生成物として炭化水素Jが生成した。Jは，すべての炭素原子が同一平面上に固定された構造であった。

問1　化合物D，F，G，H，IおよびJの構造式を書け。ただし，シス－トランス(幾何)異性体が存在する場合は，トランス形の構造式を書け。

問2　化合物A～Hのうち，フェーリング液を加えて加熱すると赤色の沈殿が析出する化合物はどれか。該当するものすべてを記号で答えよ。

問3　次の記述のうち正しいものに○印を，間違っているものに×印を記入せよ。

(a)　AからFが生成する反応は，酸化反応である。
(b)　BからIが生成する反応は，縮合反応である。
(c)　A～Dは，いずれも単体のナトリウムと反応して水素を発生する。
(d)　分子式$C_5H_{12}O$で表されるすべてのアルコールのうち，不斉炭素原子をもつものは，AとC以外には存在しない。

第６講　確認テスト

[1]　次の文を読み，以下の問いに答えよ。

炭化水素の水素原子を[ア]基で置換した化合物をアルコールと総称し，[ア]基の結合している炭素原子に，他の炭素原子(アルキル基)が何個結合しているかにより，第一級アルコール，第二級アルコール，第三級アルコールに分類される。アルコールを適当な酸化剤で酸化すると，第一級アルコールは[イ]に，第二級アルコールは[ウ]になる。ガラス容器中でアンモニア性硝酸銀溶液に[イ]を加え加温すると銀鏡を生じる。これは[イ]が[エ]をもつためである，また[イ]をさらに酸化すると[オ]になる。第三級アルコールは酸化されにくい。

問１　文中の[ア]～[オ]に当てはまる最適な語句を以下の語群から選んで書け。

語群：メチル，ヒドロキシ，カルボキシル，アルデヒド，エーテル，エステル，ケトン，
カルボン酸，酸化性，還元性，塩基性，酸性

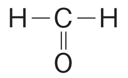
第7講　アルデヒド・ケトン

3　アルデヒド・ケトン

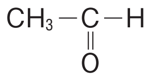
①アルデヒド（RCHO）
ホルミル（アルデヒド）基

名　『～アルデヒド』

例：



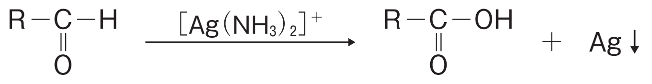
ホルムアルデヒド



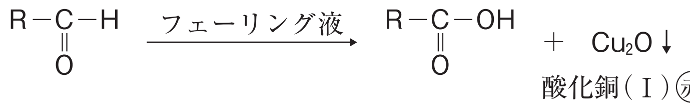
アセトアルデヒド

反応　還元性がある（自身は酸化される）
相手が弱い酸化剤のときは塩基性条件にする。

a．銀鏡反応（◎ Ag^{+} ＋ OH^{-}）
アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると銀が析出する。



b．フェーリング液を還元する反応（フェーリング反応）　（◎ Cu^{2+} ＋ OH^{-}）
フェーリング液※を加えて加熱すると酸化銅（Ⅰ）の赤色沈殿が生成する。
※硫酸銅（Ⅱ）＋酒石酸ナトリウムカリウム＋水酸化ナトリウム



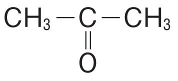
酸化銅（Ⅰ）㊮

②ケトン（RCOR′）

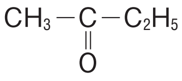
カルボニル基（CO の部分）

名 『RR′ケトン・～one』

例：



アセトン
（ジメチルケトン・プロパノン）

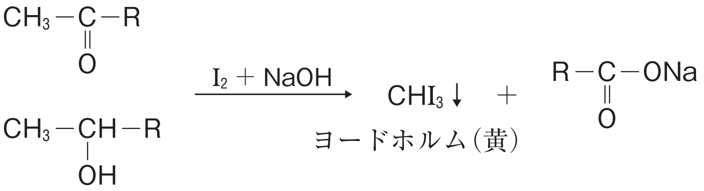


エチルメチルケトン
（ブタノン）

反応

a．ヨードホルム反応

下記の構造をもつ物質に，ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると，ヨードホルム CHI_3 の黄色沈殿を生じる。



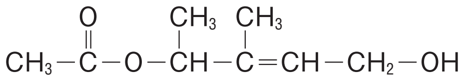
上記の生成物2つは即答できるようになっておこう。
化学反応式は次のようになる。

$$CH_3COR + 4NaOH + 3I_2 \longrightarrow CHI_3 + RCOONa + 3NaI + 3H_2O$$

第7講　演習問題

1　次の文の［　　］に入れるのに最も適当なものを［解答群］から選び，その記号を記しなさい。また，(　(1)　)には分子式を，{　　　}には下記の記入例にならって構造式を，それぞれ記しなさい。なお，原子量はH＝1，C＝12，O＝16とする。

構造式の記入例



炭素，水素，酸素からなる有機化合物A，B，C，D，Eは，互いに構造異性体であり，分子量は100以下である。また，A，B，C，D，Eについて以下の(a)～(e)のことがわかっている。

(a)　A37mgを酸素気流中で完全燃焼させると，88mgの二酸化炭素と45mgの水が生じる。したがって，Aの分子式は(　(1)　)と表される。

(b)　A，B，C，Dをそれぞれ単体のナトリウムと反応させると，いずれの場合も水素が発生する。しかし，Eはナトリウムと反応しない。

(c)　A，B，Cをそれぞれ二クロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液中で穏やかに酸化させると，A，B，Cからそれぞれ中性の化合物F，G，Hが得られる。しかし，Dはこの条件のもとでは酸化されない。Fはヨードホルム反応を示すが，GとHはいずれもヨードホルム反応を示さない。

(d)　Cに濃硫酸を加えて加熱すると，分子内で脱水反応が起こり，不飽和炭化水素Iが生じる。また，Dを同じ条件のもとで反応させても，Iが生成する。

(e)　Eは，ある1種類のアルコールを分子間で脱水反応させることで得られる。

以上のことから，Bの構造は{　(2)　}，Eの構造は{　(3)　}，Fの構造は{　(4)　}，Iの構造は{　(5)　}である。また，A，B，C，Dのうち第一級アルコールに分類される化合物は［(6)］であり，A，B，C，Dのうち不斉炭素原子をもつ化合物は［(7)］である。

［解答群］　(ア)　A　　(イ)　B　　(ウ)　C　　(エ)　D　　(オ)　AとB
(カ)　AとC　　(キ)　AとD　　(ク)　BとC　　(ケ)　BとD　　(コ)　CとD

＜Note＞

第7講　確認テスト

1　次の化合物①～⑧のうち，ヨードホルム反応を示すものを全て選べ。

① $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2OH$　② $CH_3CH_2CH_2CH(OH)CH_3$

③ $(CH_3)_2CHCH(OH)CH_2CH_3$　④ $CH_2(OH)CH_2OH$

⑤ $CH_3COCH_2CH_2CH_2COOH$　⑥ CH_3COOH

⑦ $CH_3CH(OH)C_6H_5$　⑧ $(CH_3)_3COH$

第8講　カルボン酸・エステル

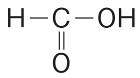
4　カルボン酸・エステル

①カルボン酸（RCOOH）

（COOH：カルボキシ（ル）基）

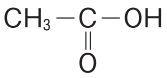
名　『～酸』基本的に慣用名なので，出てきたものから暗記していこう。

例：



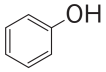
ギ酸

還元性をもつ



酢酸

反応　－COOHの電離・C＝O付加・塩の脱炭酸反応

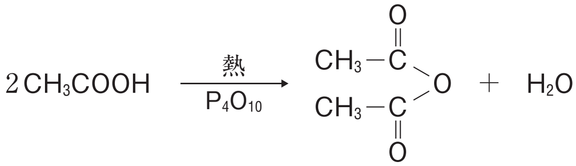
a．酸性（$-SO_3H$ > $-COOH$ > $CO_2 + H_2O$ > ）

炭酸より強い酸なので，炭酸水素ナトリウムと反応し，発泡する（弱酸遊離反応）。

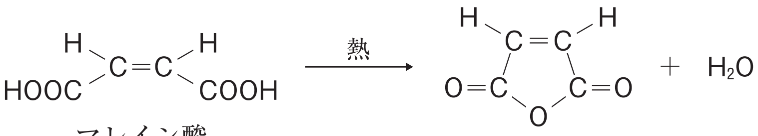
$RCOOH + NaHCO_3 \rightleftarrows H_2O + CO_2 + RCOONa$　検　$-COOH$

b．酸無水物の生成

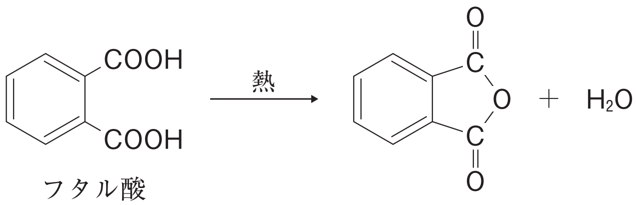
加熱すると，カルボキシ基間で脱水が起こり，酸無水物を生成する。



無水酢酸



マレイン酸　　無水マレイン酸



フタル酸　　無水フタル酸

c．エステル化

アルコールと反応し，エステルを生じる。

$$RCOOH + R'OH \rightleftarrows RCOOR' + H_2O$$

エステル化を促進させる(平衡㊨にする)ために

- 器具は徹底して乾燥させておく
- 酸無水物を使用する

※エステル化の逆反応がエステルの加水分解である。

d．脱炭酸反応

酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムを混合して加熱すると，炭酸ナトリウムとメタンが生成する。

$$CH_3COONa + NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + \underset{\text{メタン}}{CH_4}$$

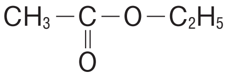
酢酸カルシウムを，空気を絶って加熱(乾留)すると炭酸カルシウムとアセトンが生成する。

$$(CH_3COO)_2Ca \longrightarrow CaCO_3 + \underset{\text{アセトン}}{CH_3COCH_3}$$

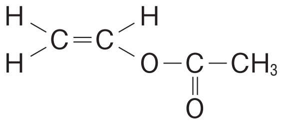
②エステル（$R\underbrace{COO}_{\text{エステル結合}}R'$）

名　『～酸R′』

例：



酢酸エチル



酢酸ビニル

反応　C＝O付加

a．加水分解

エステル化の逆反応が起こる。

$$RCOOR' + H_2O \underset{\text{エステル化}}{\overset{\text{加水分解}}{\rightleftarrows}} RCOOH + R'OH$$

加水分解を促進させる（平衡㊨にする）ために，NaOHを使用すると，

$$RCOOR' + NaOH \xrightarrow{\text{熱}} RCOONa + R'OH$$

第8講　演習問題

1　有機化合物の構造決定に関する文章を読み，設問(1)～(8)に答えなさい。

化合物Aは$C_5H_{10}O_2$の有機化合物である。官能基を調べたところ，化合物Aは－CO－O－を含んでいた。この化合物を加水分解すると，化合物Bと化合物Cが得られた。化合物Bはカルボキシ基をもち，銀鏡反応を示した。これはカルボキシ基のほかに化合物Bが［ア］性の官能基をもつためである。化合物Cは$_a$中性でヒドロキシ基をもち，単体のナトリウムと反応して水素を発生した。また，化合物Cを二クロム酸カリウムの希硫酸溶液で［イ］するとエチルメチルケトンが生成した。$_b$エチルメチルケトンにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると特有のにおいをもつ黄色結晶が生じた。この反応はヨードホルム反応とよばれ，アセチル基をもつケトン，アルデヒド，および部分的な構造として［ウ］の構造をもつアルコールの検出に用いられる。

(1)　化合物Aの官能基－CO－O－の名称を次の①～⑤の中から1つ選び，番号で記しなさい。

①　アミノ基　　②　ニトロ基　　③　スルホ基
④　エーテル結合　　⑤　エステル結合

(2)　［ア］，［イ］に入る最も適切な語を次の①～⑤の中からそれぞれ1つ選び，番号で記しなさい。

①　酸化　　②　還元　　③　酸　　④　塩基　　⑤　中 和

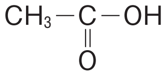
(3)　化合物Bの示性式と化合物名を記しなさい。

(4)　下線部aに関連して，化合物Cから得られた生成物の一般名を次の①～⑤の中から1つ選び，番号で記しなさい。

①　カルボン酸ナトリウム
②　アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム
③　ナトリウムアルコキシド
④　ナトリウムフェノキシド
⑤　高級脂肪酸ナトリウム

(5)　化合物Cの示性式を記しなさい。

(6) 化合物Ａの構造式を例にならって記しなさい。



構造式の例

(7) 下線部ｂの反応を表す以下の化学反応式において，［ D ］，［ E ］に適切な化合物を示性式で記しなさい。

$$\boxed{\text{D}} + 4NaOH + 3I_2 \longrightarrow \boxed{\text{E}} + CH_3CH_2COONa + 3NaI + 3H_2O$$

(8) ［ ウ ］にあてはまる最も適切な部分構造を次の①～⑤の中から１つ選び，番号で記しなさい。

①　$-CH_2CH_2CH_2-OH$

②　$CH_3-CH(OH)-$

③　$-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-OH$

④　$CH_3CH_2-CH(OH)-$

⑤　$-CH_2-C(CH_3)_2-OH$

2　有機化合物の性質と反応に関する次の文章について，次の(1)～(4)に答えなさい。ただし，原子量は，H：1.00，C：12.0，O：16.0，標準状態(0℃，1.01×10^5Pa)における気体のモル体積を22.4L/molとする。

化合物Aは分子式が$C_nH_{2n}O_2$で表され，分子内にエステル結合を含む鎖式化合物である。化合物Aを水酸化ナトリウム水溶液中で加熱して，完全に加水分解し，その反応液に充分量の希硫酸を加えて酸性にした溶液から，化合物Bと化合物Cを分離した。化合物Bは硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液との反応によって，銀鏡反応を示さない中性の化合物Dに変化した。一方，化合物Cは水によく溶け，その水溶液は弱い酸性を示した。この水溶液に水酸化カルシウム水溶液を作用させたときに生じる塩の固体結晶を乾留(空気を断って熱分解)すると化合物Dが生成した。

(1)　下線部のように，エステル結合をもつ化合物の塩基による加水分解反応を一般に何というか。反応の名称として最も適するものを，次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

①　アセチル化　②　アミド化　③　けん化
④　ジアゾ化　⑤　スルホン化　⑥　ニトロ化

(2)　1.57gの化合物Aを完全燃焼すると，標準状態で2.24Lの酸素が消費された。化合物Aの分子式として最も適するものを，次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

①　CH_2O_2　②　$C_2H_4O_2$　③　$C_3H_6O_2$
④　$C_4H_8O_2$　⑤　$C_5H_{10}O_2$　⑥　$C_6H_{12}O_2$

(3)　化合物Bの構造異性体のうち，ナトリウムを作用させたときに気体が発生するB以外の化合物，および気体が発生しないB以外の化合物の数の組合せとして最も適するものを，右の①～⑥の中から1つ選びなさい。

	気体が発生する化合物	気体が発生しない化合物
①	1種類	1種類
②	1種類	2種類
③	2種類	1種類
④	2種類	2種類
⑤	2種類	3種類
⑥	3種類	2種類

(4)　次のa～cの2つの化合物を識別するために用いる試薬の組合せとして，最も適するものを次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

a　化合物Bと化合物C
b　化合物Cと化合物D
c　化合物Bと化合物D

	a	b	c
①	フェーリング液	硫酸酸性の $KMnO_4$ 水溶液	$NaHCO_3$ 水溶液
②	ナトリウム	$NaHCO_3$ 水溶液	フェーリング液
③	ヨウ素と NaOH 水溶液	ナトリウム	$FeCl_3$ 水溶液
④	$NaHCO_3$ 水溶液	ヨウ素と NaOH 水溶液	硫酸酸性の $KMnO_4$ 水溶液
⑤	$FeCl_3$ 水溶液	フェーリング液	ナトリウム
⑥	硫酸酸性の $KMnO_4$ 水溶液	$FeCl_3$ 水溶液	ヨウ素と NaOH 水溶液

3　次の文を読み，以下の問いに答えよ。

ある化合物の元素分析を行ったところ，質量百分率は炭素：55.81%，水素：7.02%，酸素：37.17%であった。また，この化合物の分子量は86であった。

問1　この化合物の組成式と分子式を記せ。

問2　この化合物を水酸化ナトリウム水溶液中で加熱することによりメタノールが得られた。このとき考えられる化合物の構造式を記せ。

問3　この化合物を水酸化ナトリウム水溶液中で加熱した後，反応液を酸性にすることにより酢酸が得られた。このとき考えられる化合物の構造式を記せ。

問4　この化合物が酸性を示し，かつ触媒の存在下で水素で還元することにより分子量88の生成物が得られた。このとき考えられる化合物の構造式を，シス－トランス(幾何)異性体があるものとないものに分類してすべて記せ。シス－トランス(幾何)異性体があるものについては，それらの構造の違いがわかるように記すこと。

第８講　確認テスト

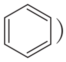
1　分子式$C_4H_8O_2$の化合物Ａを加水分解すると酸性物質Ｂと中性物質Ｃが生成した。また，Ｃを酸化するとＢとなった。化合物Ａの示性式として正しいものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

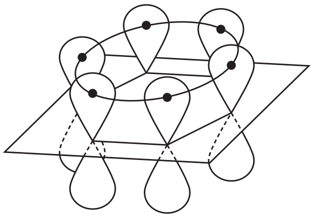
①　$CH_3CH_2COOCH_3$　　②　$HCOOCH(CH_3)CH_3$　　③　$HCOOCH_2CH_2CH_3$
④　$CH_3COOCH_2CH_3$　　⑤　$CH_3COOCH_2CH_2CH_3$

第３章　　芳香族化合物の性質

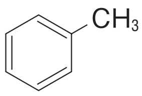
第９講　ベンゼン・芳香族炭化水素

1　ベンゼン・アルキルベンゼン

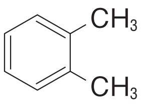
ベンゼン（C_6H_6・）



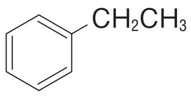
名　慣用名を暗記しよう



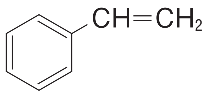
トルエン



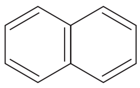
o-キシレン



エチルベンゼン



スチレン


ナフタレン

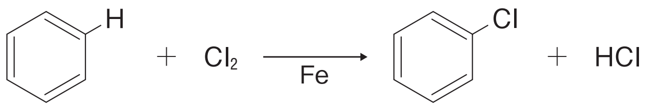
反応　X^+による置換・π結合への付加・アルキルベンゼンの酸化

a.　置換反応

非金属の陽イオン※とベンゼンのH^+が置き換わる。

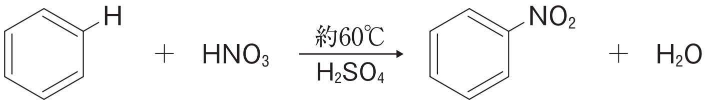
※「非金属の陽イオンはどのようにして作るのか」を知っておくと反応が理解できる。

(1)ハロゲン化



クロロベンゼン

(2)ニトロ化

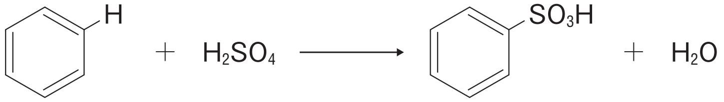


ニトロベンゼン

何故，60℃程度の低温に保つのか。

⇒爆発性のあるm－ジニトロベンゼンの生成を防ぐためである。

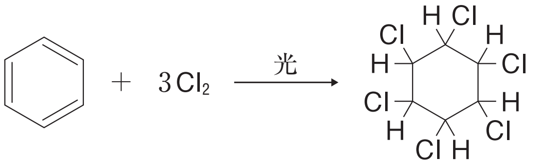
(3)スルホン化



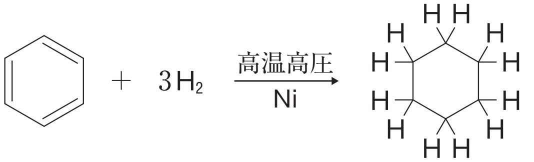
ベンゼンスルホン酸

b. 付加反応

π結合に水素や塩素が付加する。3分子同時の付加しか起こらない。



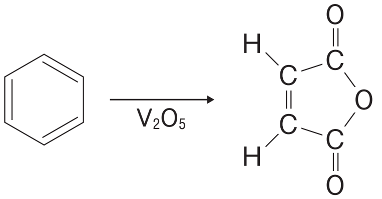
ヘキサクロロシクロヘキサン



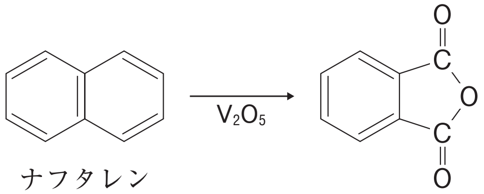
シクロヘキサン

c. 酸化開裂

酸化バナジウム(V)存在下で空気酸化すると，酸無水物を生じる。



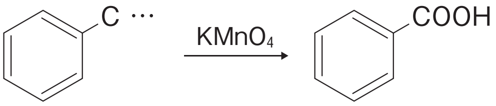
無水マレイン酸



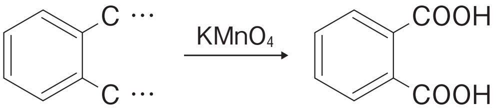
ナフタレン　　無水フタル酸

d. アルキルベンゼンの酸化

アルキルベンゼンに$KMnO_4$を中性条件下で加えて加熱すると，アルキル基が酸化される。



安息香酸



フタル酸

第９講　演習問題

1　次の文を読み，以下の問1から問6に答えよ。

炭素，水素，酸素からなるベンゼンの一置換体である化合物Ａ～Ｃがある。化合物Ａ～Ｃは互いに異性体でベンゼン環以外の環構造を持たず，分子量が200より小さいことがわかっている。

［実験Ⅰ］　化合物A30mgを完全燃焼させたところ，二酸化炭素88mgと水18mgを生じた。

［実験Ⅱ］　試験管中で①化合物Ａにアンモニア性硝酸銀溶液を加えて温めると，試験管の壁面が銀色になった。

［実験Ⅲ］　化合物Ｂに臭素水を加えたところ，ただちに臭素水の色が消失した。また，触媒を用いて化合物Ｂと水素を反応させたところ，物質量比1：1で水素が付加した。ただし，ベンゼン環は反応しなかった。また，化合物Ｂは別の触媒を用いることで重合した。

［実験Ⅳ］　②化合物Ｃにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を反応させたところ，特有な臭気をもつ黄色の沈殿が生成した。反応液をろ過し，③得られたろ液に濃塩酸を加え強酸性にしたところ固体が析出した。

［実験Ⅴ］　化合物Ｃを還元したところ，アルコールＤが得られた。ただし，ベンゼン環は反応しなかった。

問１　化合物Ａの分子式を示せ。

問２　下線部①の反応名を答えよ。この反応によって，化合物Ａにはどのような官能基の存在が考えられるか。その官能基の名称を答えよ。また，化合物Ａにフェーリング液を加え加熱したときに生じると考えられる沈殿の色と化学式を示せ。

問３　下線部②の黄色の化合物の分子式を示せ。また，この反応の名称を答えよ。

問４　化合物Ａ～Ｃの構造式を示せ。

問５　下線部③で析出した化合物の構造式を示せ。また，酸化反応によりこの化合物を合成することのできる炭素数7個の芳香族化合物の構造式を3つ示せ。ただし，炭素，水素，酸素以外の元素は含まないものとする。

問６　アルコールＤの構造式を示せ。構造中に不斉炭素原子が存在する場合には，不斉炭素原子に*印を付すこと。

第９講　確認テスト

1　芳香族炭化水素に関する次の記述①～⑤のうちから正しいものを一つ選べ。

①　ベンゼンに混酸を加えて90℃程度に加熱するとニトロベンゼンが得られる。

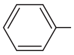
②　ベンゼンに光を照射しながら塩素を作用させると，クロロベンゼンが得られる。

③　トルエンをニトロ化すると，爆発性のあるピクリン酸を生じる。

④　*o*-キシレンを過マンガン酸カリウムで酸化して得られる物質を加熱すると酸無水物を生じる。

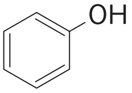
⑤　*m*-キシレンを過マンガン酸カリウムで酸化すると，高分子の原料であるテレフタル酸が得られる。

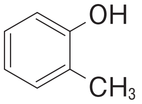
第10講　フェノール

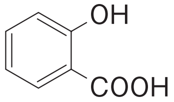
2　フェノール( OH)

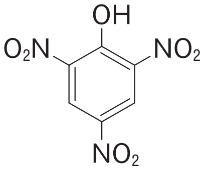
フェノール性ヒドロキシ(ル)基

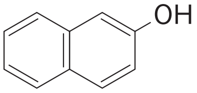
名　慣用名を暗記しよう







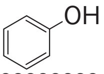




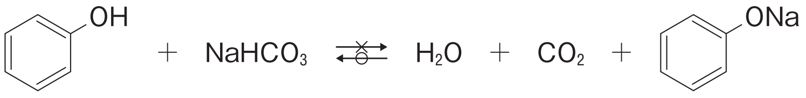
フェノール　*o*-クレゾール　サリチル酸　ピクリン酸　2-ナフトール

(2,4,6-トリニトロフェノール)

反応　－OHの電離・電子供与性・C＝O付加

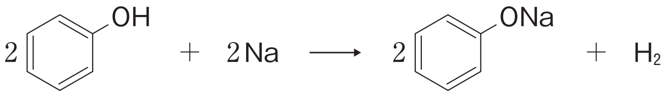
a.　酸性(－SO_3H > －COOH > CO_2＋H_2O > )

炭酸より弱い酸なので，炭酸水素ナトリウムとは反応しないが，その逆反応は進行する(弱酸遊離反応)。



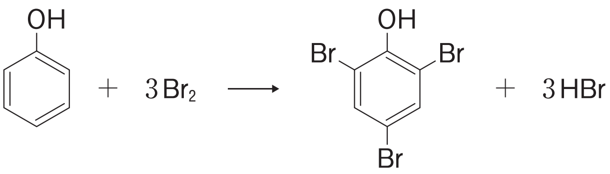
ナトリウムフェノキシド

b.　Naと反応してH_2発生　(参照：アルコール)



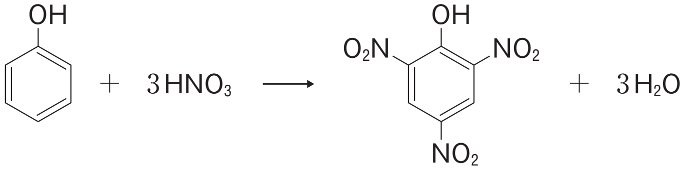
c.　$FeCl_3$ aqで紫に呈色　検　フェノール性ヒドロキシ基

d.　置換反応(*o*，*p*位)



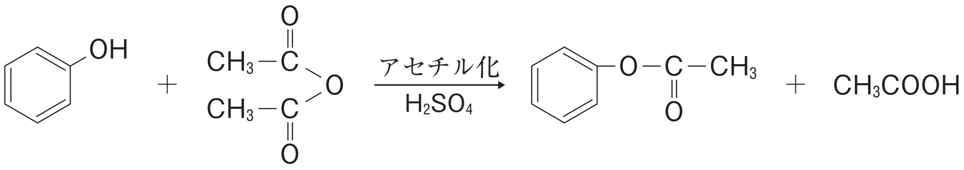
検　フェノール性ヒドロキシ基

2,4,6-トリブロモフェノール



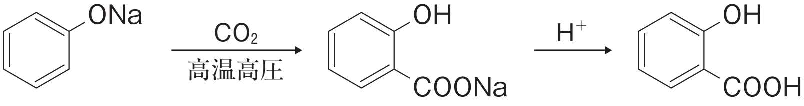
ピクリン酸(強酸)

e. エステルの生成(反応性㊥⇒酸無水物相手)



無水酢酸　酢酸フェニル

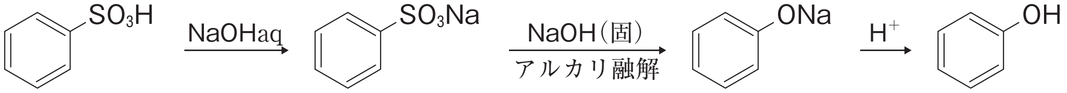
f. サリチル酸の製法(コルベシュミット反応)



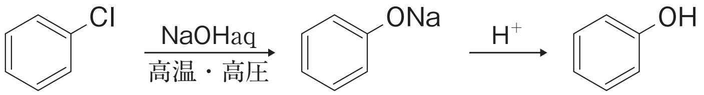
サリチル酸ナトリウム　サリチル酸

製法

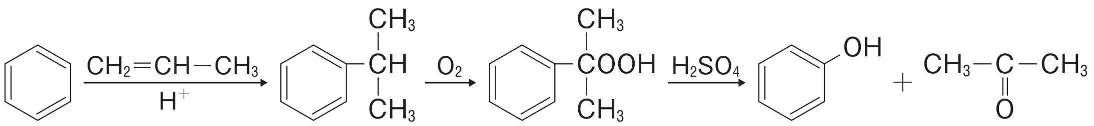
・ベンゼンスルホン酸ナトリウムのアルカリ融解



・クロロベンゼンの加水分解

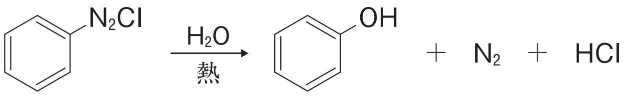


・クメン法(工業的製法)



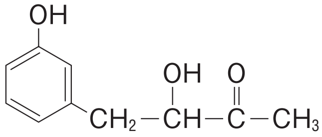
クメン　　クメンヒドロペルオキシド　　アセトン

・塩化ベンゼンジアゾニウムの加水分解(実験室的製法)



第10講　演習問題

1　次の記述を読んで，問い(問1～問5)に答えよ。ただし，構造式を書く場合は例にならって書け。



構造式の例

1. 化合物Aは，分子式$C_{13}H_{14}O_4$で表されるベンゼン環に2つの置換基をもつ中性の化合物である。
2. Aに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後，塩酸を加えて反応液を酸性にすると，ベンゼン環をもつ化合物Bと，鎖状構造をもつ化合物CおよびDが生成した。
3. Bは，ナトリウムフェノキシドに二酸化炭素を高温・高圧下で反応させた後，塩酸を加えて反応液を酸性にすることによっても生成する。
4. Bと無水酢酸とを反応させると，医薬品として使用されている化合物Eが生成した。
5. Cは，銀鏡反応を示さなかった。また，Cに白金を触媒にして水素を付加させると，化合物Fが生成した。
6. Fに二クロム酸カリウムの希硫酸水溶液を加えて反応させると，化合物Gを経由してDが生成した。

問１　化合物A，C，D，EおよびGの構造式を書け。

問２　化合物Bの名称を書け。

問３　化合物A～Gのうち，塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると，赤紫～青紫色を呈する化合物はどれか。該当するものすべてを記号で答えよ。

問４　化合物A～Gのうち，炭酸水素ナトリウム水溶液中で塩を形成して溶解する化合物はどれか。該当するものすべてを記号で答えよ。

問５　次の記述のうち，正しいものに○印を，間違っているものに×印を記入せよ。

(a)　化合物BおよびCは，いずれも単体のナトリウムと反応して，水素を発生する。

(b)　化合物Cに臭素を付加させた化合物には，不斉炭素原子が2つ存在する。

(c)　化合物Eにはエーテル結合が存在する。

(d)　化合物Fの構造異性体のうち，不斉炭素原子をもつものは存在しない。

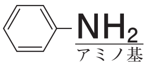
第10講　確認テスト

1　ベンゼンを出発物質として，化合物Ａ，ナトリウムフェノキシド，化合物Ｂを経てサリチル酸を次のように合成したい。このとき，反応させる試薬や条件ａ～ｄにあてはまるものを，下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

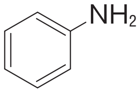
$$\text{ベンゼン} \xrightarrow{\text{a}} \text{A} \xrightarrow{\text{b}} \text{ナトリウムフェノキシド} \xrightarrow{\text{c}} \text{B} \xrightarrow{\text{d}} \text{サリチル酸}$$

①　CO_2，高温・高圧　　②　NaOH，高温・高圧　③　希硫酸　　④　Cl_2，Fe

第11講　アニリン

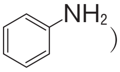
3　芳香族アミン（）

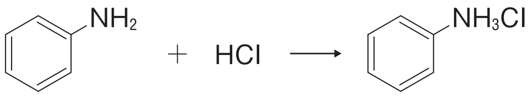
名　慣用名を暗記しよう



アニリン

反応　H^+を受け取る・電子供与性・C＝O付加

a.　塩基性（NH_3 > ）



アニリン塩酸塩

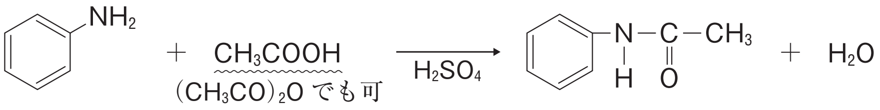
b.　酸化されやすい

・空気中 $\xrightarrow{O_2}$ 赤～黒

・さらし粉水溶液 $\xrightarrow{ClO^-}$ 紫　検　芳香族アミン

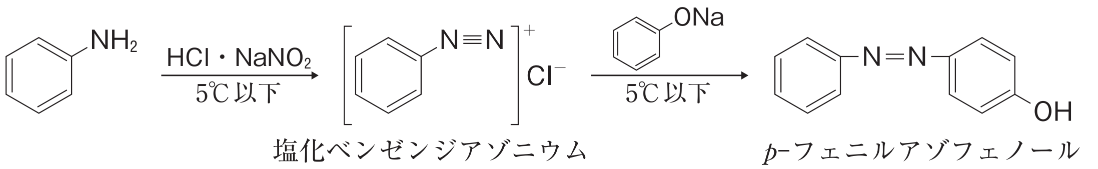
・二クロム酸カリウム水溶液 $\xrightarrow{Cr_2O_7^{2-}}$ 黒↓（アニリンブラック）　検　芳香族アミン

c.　アミド化



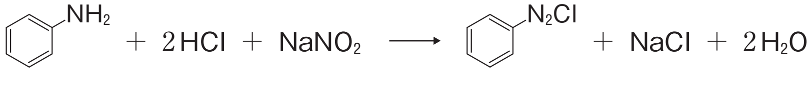
アセトアニリド

d.　ジアゾ化・カップリング

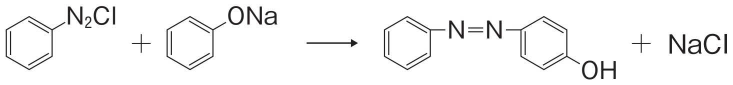


塩化ベンゼンジアゾニウム

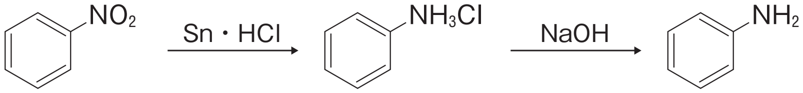
p-フェニルアゾフェノール
（*p*-ヒドロキシアゾベンゼン）

ジアゾ化　

カップリング



製法　ニトロベンゼンの還元



第11講　演習問題

1　次の文を読み，以下の問に答えよ。

化合物A4.7gをベンゼン150gに溶かして，凝固点を測定すると，1.69℃の凝固点降下を示した。ただし，ベンゼンのモル凝固点降下は5.07K･kg･mol^{-1}である。

1）化合物Aはベンゼンとプロピレンから，クメン法でつくられる。

2）化合物Bの希塩酸溶液を氷冷しながら，亜硝酸ナトリウム水溶液を加えてできた水溶液を，化合物Aのナトリウム塩に加えると橙赤色の化合物*p*-フェニルアゾフェノール(*p*-ヒドロキシアゾベンゼン)が生じた。

3）化合物Bに無水酢酸を作用させると，化合物CとDが生じる。

4）化合物Aのナトリウム塩を二酸化炭素の加圧下で加熱してできたものに，希硫酸を作用させると，化合物Eができる。

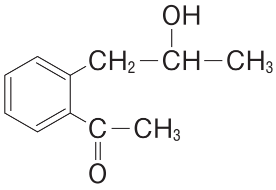
5）化合物Eに無水酢酸を作用させるとアセチルサリチル酸と化合物Dができる。

問　化合物A～Eの構造式を記せ。

2　次の文を読んで，問1～問5に答えよ。なお，構造式は例にならって書け。

分子式$C_{11}H_{14}O_2$で示されるエステルAを加水分解したところ，モノカルボン酸Bと，1価アルコールCが得られた。Bを過マンガン酸カリウム水溶液で酸化したところ，ジカルボン酸Dが得られた。Dを加熱したところ，分子内で脱水がおこり，Eが得られた。Eは酸化バナジウムを触媒としてナフタレンを酸化することによっても得られた。Cを酸化したところFを経てカルボン酸Gが得られた。CとGをエステル化させたところ，エステルHが得られた。Hは炭素，水素，酸素からなり，その34.8mgを完全燃焼させたところ，二酸化炭素79.2mg，水32.4mgを生じた。

問1　DおよびEの構造式を書け。
問2　C，GおよびHの構造式を書け。
問3　Bの分子式を答えよ。
問4　Bの構造式を書け。
問5　Aの構造式を書け。



例

第11講　確認テスト

1　アニリンに関する記述として正しいものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

①　スズと塩酸を用いて，ニトロベンゼンを酸化すると得られる。

②　さらし粉水溶液を加えると黒色に呈色する。これをアニリンブラックという。

③　酢酸や無水酢酸とエステル化を起こす。このとき，アセトアニリドが生成する。

④　塩酸中で低温に保ったまま硫酸ナトリウムを反応させると，ジアゾ化が起こる。

⑤　塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液を加熱すると窒素を発生し，フェノールが生成する。

第12講　芳香族化合物の分離

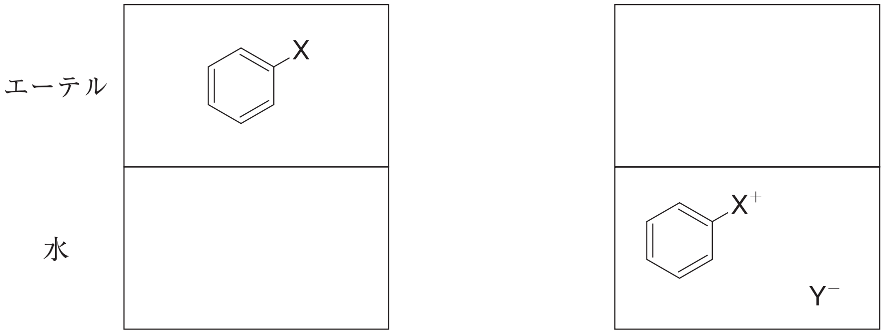
4　芳香族化合物の分離

芳香族化合物は極性が小さい。そのため，ほとんどの化合物は水に溶解しないが有機溶媒には溶解する。

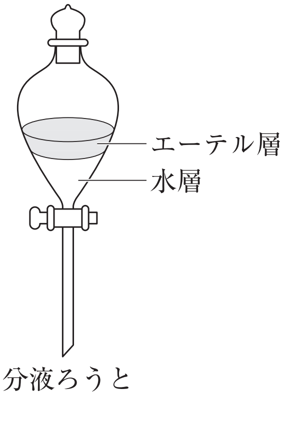
しかし，反応して塩に変化すると，水に溶解し，有機溶媒には溶解しない。

よって，溶解性の違いに注目して分離する「抽出」が利用される。

	芳香族化合物	中和反応など → ← 弱酸遊離反応など	芳香族化合物の塩
水	不溶		可溶
有機溶媒	可溶		不溶



※分液ろうとの使い方を確認しておこう。

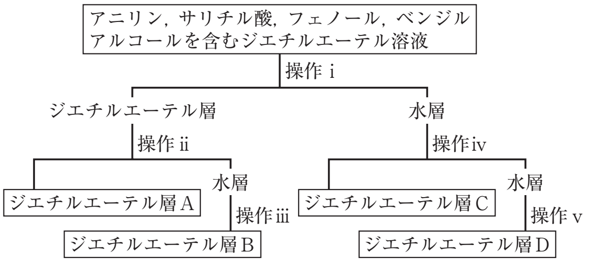


分液ろうと

第12講　演習問題

1　次の文章中の空欄 (ア) ～ (ス) には最も適当なものを指定された解答群から選びなさい。

アニリン，サリチル酸，フェノール，ベンジルアルコールを，それぞれ1.0gずつ含んだジエチルエーテル溶液(100mL)がある。これら4種の有機化合物をジエチルエーテル層A～Dに分離するために，分液ろうとを用いて操作ⅰ～ⅴを行った。



［操作ⅰ］　操作ⅰは (ア) ，よく振り混ぜて静置した後，ジエチルエーテル層と水層を分離した。

［操作ⅱ］　操作ⅱは (イ) ，よく振り混ぜて静置した後，ジエチルエーテル層Aと水層を分離した。

［操作ⅲ］　操作ⅲは (ウ) ，よく振り混ぜて静置した後，ジエチルエーテル層Bと水層を分離した。

［操作ⅳ］　操作ⅳは (エ) ，よく振り混ぜて静置した後，ジエチルエーテル層Cと水層を分離した。

［操作ⅴ］　操作ⅴは (オ) ，よく振り混ぜて静置した後，ジエチルエーテル層Dと水層を分離した。

解答群Ⅰ【(ア)と(イ)の解答群】

0　飽和塩化ナトリウム水溶液(50mL)を加え
1　水(50mL)を加えた後に二酸化炭素を十分に通じて
2　2mol/L塩酸(50mL)を加え
3　2mol/L水酸化ナトリウム水溶液(50mL)を加え

解答群Ⅱ【(ウ)～(オ)の解答群】

0　ジエチルエーテル(50mL)と飽和塩化ナトリウム水溶液(50mL)を加え
1　二酸化炭素を十分に通じた後にジエチルエーテル(50mL)を加えて
2　ジエチルエーテル(50mL)と6mol/L塩酸(50mL)を加え
3　ジエチルエーテル(50mL)と6mol/L水酸化ナトリウム水溶液(50mL)を加え

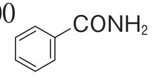
ジエチルエーテル層Aには[　(カ)　]，ジエチルエーテル層Bには[　(キ)　]，ジエチルエーテル層Cには[　(ク)　]，ジエチルエーテル層Dには[　(ケ)　]が最も多く含まれた。

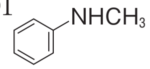
解答群Ⅲ【(カ)～(ケ)の解答群】

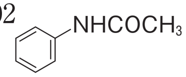
0　アニリン　　1　サリチル酸　　2　フェノール　　3　ベンジルアルコール

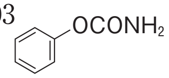
アニリン，サリチル酸，フェノール，ベンジルアルコールを，適当な反応条件下で無水酢酸と反応させた。アニリンから[　(コ)　]，サリチル酸から[　(サ)　]，フェノールから[　(シ)　]，ベンジルアルコールから[　(ス)　]が得られた。

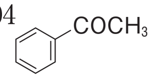
解答群Ⅳ【(コ)～(ス)の解答群】

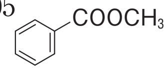
00


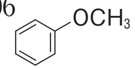
01


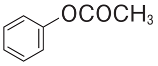
02


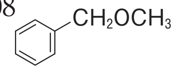
03


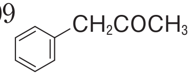
04


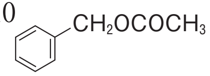
05


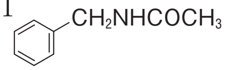
06


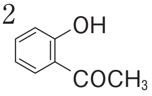
07


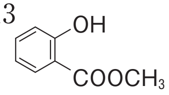
08


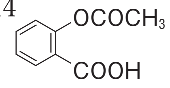
09


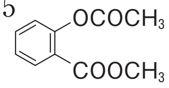
10


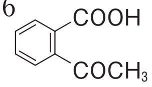
11


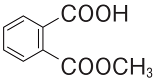
12


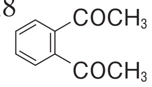
13


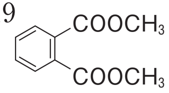
14


15


16


17


18


19


2　化合物A（分子式$C_{10}H_{10}O_2$）のエステル結合を完全に加水分解したところ，安息香酸と化合物Bが得られた。①化合物Bをアンモニア性硝酸銀水溶液に加えて穏やかに加熱したところ，銀が析出した。また，化合物Aを含む溶液を，②少量の臭素を含む別の溶液に加えたところ溶液の色が変化した。

問1　下線部①について，この反応の名称を答えなさい。

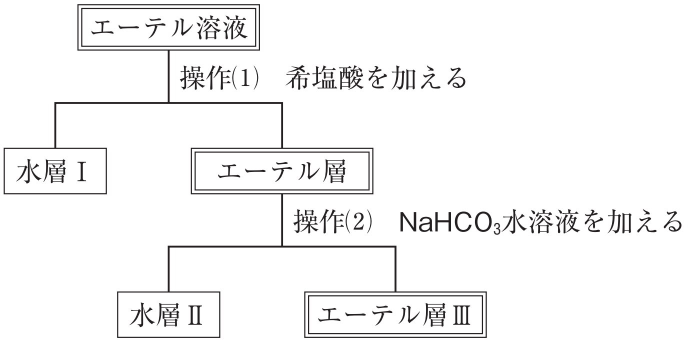
問2　下線部②について，どのように色が変化したのか答えなさい。

問3　化合物Aの構造式を書きなさい。

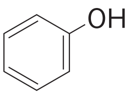
問4　化合物A48.6gを，白金触媒を用いて常温常圧の水素と反応させたとき，標準状態で何Lの水素が必要となるか。有効数字3桁で答えなさい。

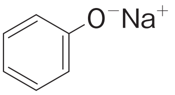
第12講　確認テスト

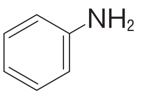
1　アニリン，安息香酸，フェノールの3種の芳香族化合物を含むエーテル溶液がある。次の実験を行って，これらの芳香族化合物を分離した。

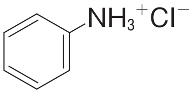


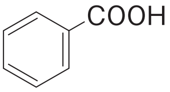
水層Ⅰ，Ⅱおよびエーテル層Ⅲに含まれる芳香族化合物を次のa～fから選択し，その組合せとして正しいものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。

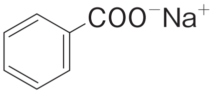
a 

b 

c 

d 

e 

f 

	水層Ⅰ	水層Ⅱ	エーテル層Ⅲ
①	a	e	b
②	d	f	a
③	f	b	d
④	e	a	c
⑤	b	c	f
⑥	c	d	e

第４章　天然有機(高分子)化合物

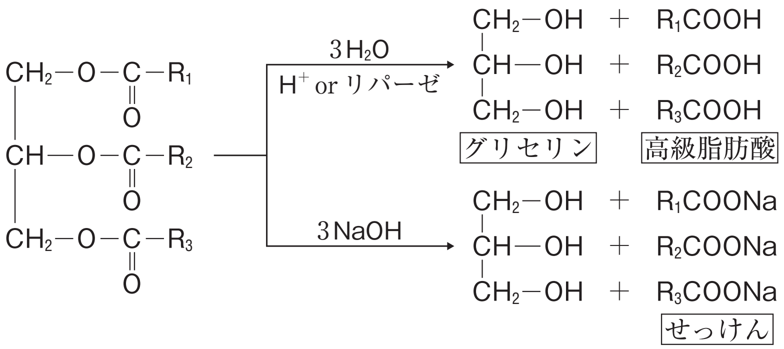
第13講　油脂とセッケン

1　油脂

油脂の計算は，何も知らずに向き合うと，少し面倒で時間がかかる。よって，知っておくべきことをきちんと頭に入れて，向き合う必要がある。まずは油脂の構造を確認し，問題を解くために必要な知識を確認しよう。

①油脂

グリセリンと高級脂肪酸のエステル。おもに三価(トリグリセリド)。



注：$R_1 \neq R_3$ のときに不斉炭素原子をもつ。

②高級脂肪酸

自然界に存在する脂肪酸のほとんどが，炭素数は偶数で，とくに炭素数16と18のものが多い。

代表的な高級脂肪酸

炭素数	名称	C＝C数	示性式
16	パルミチン酸	0	$C_{15}H_{31}COOH$
18	ステアリン酸	0	$C_{17}H_{35}COOH$
	オレイン酸	1	$C_{17}H_{33}COOH$
	リノール酸	2	$C_{17}H_{31}COOH$
	リノレン酸	3	$C_{17}H_{29}COOH$

ステアリン酸：分子量284

ステアリン酸のみからなる油脂：分子量890

③計算

⑴けん化

油脂は３価のエステルなので，けん化するために必要な水酸化ナトリウムNaOHや水酸化カリウムKOHの物質量は油脂の物質量の３倍である。

油脂：NaOH＝１：３
　　（KOH）

※油脂１gをけん化するために必要なKOHのミリグラム数を**けん化価**という。

⑵付加

不飽和脂肪酸からなる油脂は，炭素間二重結合C＝Cをもつ。このC＝Cの数だけ，水素H_2やヨウ素I_2が付加することになる。

油脂１分子に存在するC＝Cがx個であるとき，

油脂：H_2＝１：x
　　（I_2）

※油脂100gに付加するI_2のグラム数を**ヨウ素価**という。

④分類・性質

脂　肪：常温で固体の油脂。動物性。構成脂肪酸はおもに飽和脂肪酸。

脂肪油：常温で液体の油脂。植物性。構成脂肪酸はおもに不飽和脂肪酸。

液体の油脂にH_2を付加させて固体にしたものを**硬化油**という。

また，C＝Cを多く含む油脂は空気中で固化しやすく**乾性油**とよばれる。

その逆を**不乾性油**という。

⑤せっけん

油脂をけん化して得られる，高級脂肪酸のナトリウム塩(RCOONa)や高級脂肪酸のカリウム塩(RCOOK)。

疎水基と親水基の両方をもちあわせており，水の表面張力を小さくする(界面活性剤)。水中で**ミセル**を形成する。また，油を入れると油を取り囲んで，水中に分散させる。

これを**乳化作用**という。

※せっけんの欠点

(1)水に溶けて弱塩基性

⇒動物性繊維(絹・羊毛)に使用できない。

(2)硬水中で不溶性の塩をつくる

⇒硬水や海水では洗浄力が低下する。

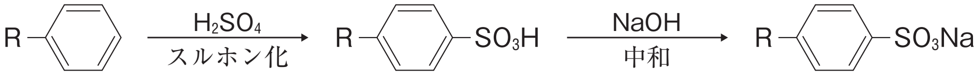
⑥合成洗剤(中性洗剤)

強酸と強塩基の塩で中性であるため，せっけんの欠点をすべてクリアしている。

(1)高級アルコール系

$$\mathrm{R-OH} \xrightarrow[\text{エステル化}]{\mathrm{H_2SO_4}} \mathrm{R-O-SO_3H} \xrightarrow[\text{中和}]{\mathrm{NaOH}} \mathrm{R-O-SO_3Na}$$

(2)アルキルベンゼンスルホン酸系(ABS系)



第13講　演習問題

1　ある油脂1gをけん化するために，水酸化カリウム(式量56)が192.6mg必要であった。また，この油脂100gに対してヨウ素(分子量254)を付加させたところ，262.1gが反応した。

(1)　この油脂の分子量はいくらか。

(2)　この油脂1分子中に含まれる炭素間二重結合の数はいくらか。

2　油脂の化学的特性を知るために，けん化価(油脂1gをけん化するために必要なKOHのミリグラム数)やヨウ素価(油脂100gに付加するI_2のグラム数)が測定される。いま，構成脂肪酸としてオレイン酸とリノール酸を1：2のモル比で含む油脂Aがある。(ヨウ素の分子量：254)

問1　油脂Aの分子量はいくらか。

問2　油脂Aのヨウ素価を求めよ。答えの数値は小数第1位を四捨五入せよ。

問3　油脂A2.20gをけん化するのに0.25mol/Lの水酸化カリウム溶液は何mL必要か。答えの数値は小数第1位まで求めよ。

第13講　確認テスト

[1]　次の文章を読んで，次の[1]～[6]にあてはまる語句を下の解答群から選べ。

油脂は３価のアルコールである[1]と３分子の高級脂肪酸のエステルである。常温で固体のものを[2]といい，常温で液体のものを[3]という。

[2]は炭化水素基の部分に二重結合を持たない飽和脂肪酸を多く含み，[3]は炭化水素基の部分に二重結合を持つ不飽和脂肪酸を多く含む。常温で液体の油脂に，触媒を用いて水素を付加させると固体になる。このようにしてつくられた油脂は[4]と呼ばれ，マーガリンなどの原料となる。

油脂を水酸化ナトリウムのような塩基性水溶液でけん化すると，[1]と高級脂肪酸の塩が生じる。この高級脂肪酸の塩はセッケンとして利用されている。水中ではセッケン分子は疎水性部分を内側に，親水性部分を外側にして[5]をつくる。セッケン水に油脂を少量加えて激しくかき混ぜると，油脂がセッケン分子に取り固まれ，水中に分散する。このような作用を[6]という。セッケンはCa^{2+}やMg^{2+}を多く含む水中では洗浄力が低下する。

解答群　①　ミセル　　②　脂肪油　　③　脂肪
　　　　④　硬化油　　⑤　乳化作用　⑥　グリセリン

第14講　糖類（単糖）

2　糖類（$C_nH_{2m}O_m$）

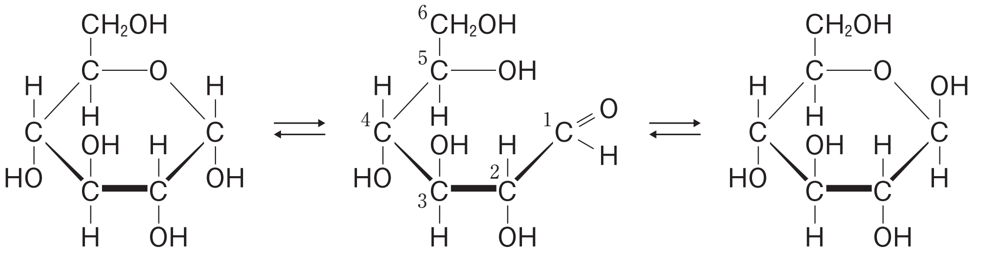
高分子化合物とは，分子量が約10000を超えるものであるため，糖類の中では，多糖類のみがそれに相当する。

しかし，大きなかたまりを知りたいなら，まずはそれを構成している小さいかたまりを理解しなくてはならない。

単糖類からしっかり確認しよう。

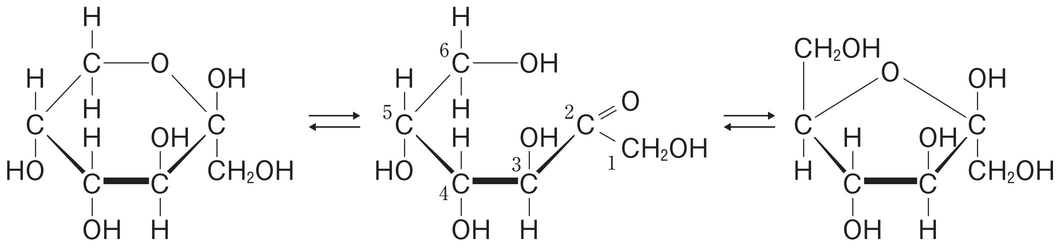
①**単糖類**（$C_6H_{12}O_6$：分子量180）

⑴グルコース（ブドウ糖）



α型　　鎖状　　β型

⑵フルクトース（果糖）



β-フルクトピラノース　　鎖状　　β-フルクトフラノース

※共に水中で開環し，還元性を示す官能基を生じるため，還元性をもつ。

フェーリング反応において，単糖1molから酸化銅（Ⅰ）が1mol生じることから，定量法に利用されている。

※単糖は酵素を加えるとエタノールと二酸化炭素になる。この反応を**アルコール発酵**という。

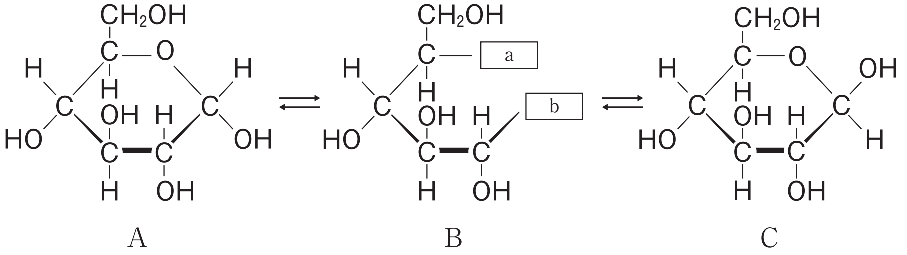
$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

第14講　演習問題

1　次の記述を読んで，問いに答えよ。

糖類は一般式$C_m(H_2O)_n$で表される化合物であり，元素組成が炭素と水でできているように見えることから，［ア］とも呼ばれる。グルコースのように，それ以上加水分解されない糖類を［イ］という。また，スクロースのように，加水分解によって［イ］2分子を生じる糖類を［ウ］といい，デンプンのように，加水分解によって多数の［イ］を生じる糖類を［エ］という。

グルコースを水に溶かすと，次図のように3種類の異性体A，B，Cが平衡状態で存在している。図において，六員環の1位の炭素の下側に－OHがあるAを［オ］といい，上側に－OHがあるCを［カ］という。



(i)グルコースの水溶液はフェーリング液を［キ］して，赤色沈殿を生じる。これは水溶液中にBが存在するためである。また，(ii)グルコースは，酵母のもつ酵素群チマーゼのはたらきで，アルコール発酵される。

問1　文中の［ア］～［キ］に適切な語句を答えよ。

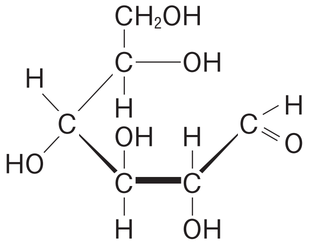
問2　化合物Bの［a］，［b］に適切な原子または原子団を答えよ。

問3　下線部(i)において生じた赤色沈殿の化学式を書け。

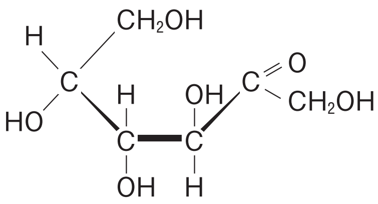
問4　下線部(ii)のアルコール発酵において，グルコース45gから得られるエタノールの質量〔g〕はいくらか。有効数字2桁で答えよ。ただし，原子量はH：1，C：12，O：16とし，反応は完全に進行するものとする。

第14講　確認テスト

1　右に示したグルコースとフルクトースに関する以下の設問に答えなさい。



グルコース



フルクトース

問1　グルコースの鎖式構造に不斉炭素原子はいくつあるか，最も適する数値を下の欄から選びなさい。

(1)　1　　(2)　2　　(3)　3　　(4)　4　　(5)　5　　(6)　6

問2　グルコースが六員環式構造に変化したとき，不斉炭素原子はいくつあるか。最も適する数値を下の欄から選びなさい。

(1)　1　　(2)　2　　(3)　3　　(4)　4　　(5)　5　　(6)　6

問3　フルクトースの鎖式構造に不斉炭素原子はいくつあるか。最も適する数値を下の欄から選びなさい。

(1)　1　　(2)　2　　(3)　3　　(4)　4　　(5)　5　　(6)　6

問4　フルクトースが六員環式構造に変化したとき，不斉炭素原子はいくつあるか。最も適する数値を下の欄から選びなさい。

(1)　1　　(2)　2　　(3)　3　　(4)　4　　(5)　5　　(6)　6

問5　フルクトースが五員環式構造に変化したとき，不斉炭素原子はいくつあるか。最も適する数値を下の欄から選びなさい。

(1)　1　　(2)　2　　(3)　3　　(4)　4　　(5)　5　　(6)　6

問6　フェーリング液に対する還元能力について正しい文を一つ選びなさい。

(1)　グルコースのみある。　(2)　フルクトースのみある。

(3)　グルコース，フルクトース共にある。　(4)　グルコース，フルクトース共にない。

第15講　糖類（二糖・デンプン）

②**二糖類**（$C_{12}H_{22}O_{11}$：分子量342）

名　称	構　成　単　糖	分解酵素	還元性
マルトース （麦芽糖）	α-グルコース＋α-グルコース 1,4結合	マルターゼ	有
スクロース※ （ショ糖）	α-グルコース＋β-フルクトフラノース 1,2結合	インベルターゼ （スクラーゼ）	無
セロビオース	β-グルコース＋β-グルコース 1,4結合	セロビアーゼ	有
ラクトース （乳糖）	β-ガラクトース＋β-グルコース 1,4結合	ラクターゼ	有

※スクロースを加水分解してできるグルコースとフルクトースの等量混合物を**転化糖**という。

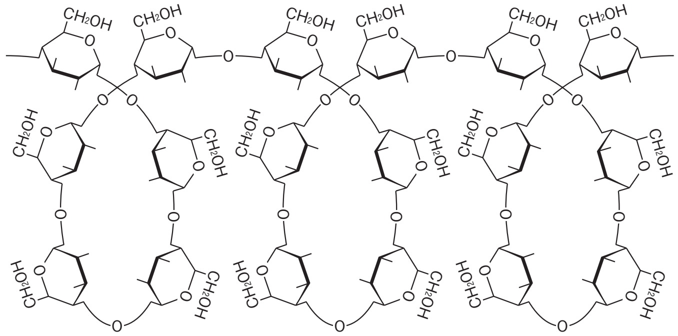
③**多糖類**($(C_6H_{10}O_5)_n$：分子量$162n$)

(1)デンプン：α-グルコース×n

a．アミロース：α-グルコース(1,4結合)

・熱水に可溶

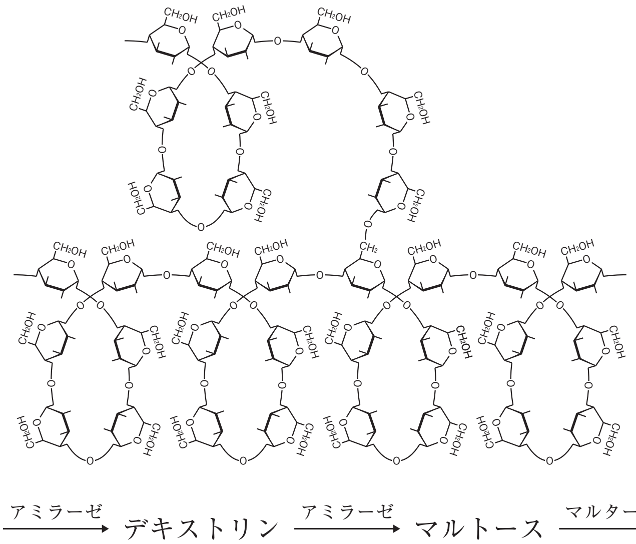
・ヨウ素デンプン反応：青(らせんが長い)



b．アミロペクチン：α-グルコース(1,4結合＋1,6結合)

・熱水に不溶

・ヨウ素デンプン反応：赤紫(らせんが短い)



・デンプン $\xrightarrow{\text{アミラーゼ}}$ デキストリン $\xrightarrow{\text{アミラーゼ}}$ マルトース $\xrightarrow{\text{マルターゼ}}$ グルコース

(2)グリコーゲン：α-グルコース×n(1,4結合＋1,6結合)

・筋肉や肝臓に貯蔵される糖

・ヨウ素デンプン反応：赤褐色(アミロペクチンよりらせんが短い)

第15講　演習問題

1　問１　図は水溶液中でのグルコースとフルクトースの構造のうち，α型の環状構造と鎖状構造との平衡関係を表したものである。ただし，鎖状構造の還元作用を示す構造は省かれている。

(1)　下の図１に示したグルコースとフルクトースの鎖状構造を構造式の一部として利用して，還元作用を示す構造を追記することにより，グルコースとフルクトースの鎖状構造を完成させなさい。

(2)　スクロースはα–グルコースの１位とβ–フルクトースの２位のOHの間で脱水縮合した構造である。下の図２に示した糖を構造式の一部として利用し，スクロースの構造式を完成させなさい。

図１

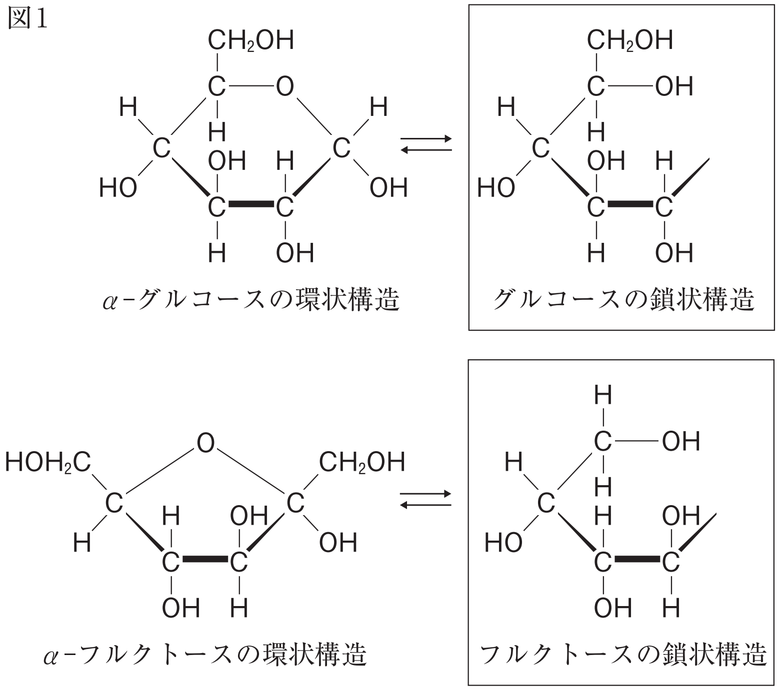
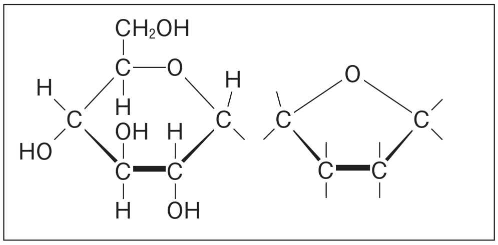


図２



問２　質量パーセント濃度1.20％のスクロース水溶液570 mLを完全に加水分解してグルコースとフルクトースの混合物を調製した。

(1)　この加水分解を行う前のスクロースの質量は何 g か。有効数字３桁で答えなさい。ただし，スクロース水溶液の密度は1.00 g/mLとする。

(2)　このスクロース加水分解物にフェーリング液を加えて加熱すると酸化銅(Ⅰ)の沈殿物は何 g 生じるか。有効数字3桁で答えなさい。ただし，単糖類1.00 molを含む水溶液にフェーリング液を作用させた場合，酸化銅(Ⅰ) 1.00 molが完全に沈殿するものとする。(原子量Cu：63.5，O：16)

問3　酵素を用いることなくスクロースを単糖に加水分解する方法を書きなさい。

2　糖に関する次の問に答えよ。

４種類の糖Ａ～Ｄがある。これらの糖の性質を調べるために実験を行って，以下の結果を得た。

実験1：Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄそれぞれの水溶液にフェーリング液を加えて加熱したところ，ＡとＢで赤褐色の沈殿が見られた。

実験２：Ｃに希硫酸を加えて加熱し完全に加水分解したところ，ＡとＢが得られた。

実験３：Ｄに希硫酸を加えて加熱し完全に加水分解したところ，Ａだけが得られた。

実験４：Ｃの水溶液に酵素スクラーゼ(インベルターゼ)を加えて，中性のpH，37［℃］で一定時間保温してからフェーリング液を加えて加熱したところ，赤褐色の沈殿が生じた。

実験５：Ｄの水溶液にヨウ素溶液を加えたところ，青紫色を示した。

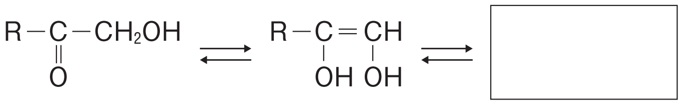
問１　Ａ～Ｄの名称を，以下の解答群からそれぞれ１つ選び，その番号を書け。

①　グルコース(ブドウ糖)　②　ガラクトース　③　フルクトース(果糖)
④　マルトース(麦芽糖)　⑤　ラクトース(乳糖)　⑥　スクロース(ショ糖)
⑦　デンプン　⑧　セルロース

問２　実験１と実験４で生じた沈殿は何か，化学式で答えよ。

問３　実験３で用いたＤの質量が48.6〔g〕であったとすると，何〔g〕のＡが得られるか計算し，有効数字二けたで答えよ。必要に応じて次の数値を用いよ。原子量Ｈ＝1　Ｃ＝12　Ｏ＝16

問４　フルクトースの分子は結晶の状態では六員環の環状構造をしているが，水溶液中ではケトン基をもつ鎖状構造や，五員環の環状構造と平衡状態をもつようになる。ここで，その鎖状構造に注目してみる。ケトン基は一般に還元作用を示さないが，図(a)のR−CO−CH_2OHのようにケトン基に結合した炭素原子に水素原子 −Hとヒドロキシ基 −OHが結合した構造をもつと，図(b)を介して図(c)のような還元性をもつ基を含む構造と平衡の関係をもつようになるため，フルクトースの水溶液は還元性を示すようになる。図(c)にあてはまる構造式を書け。



(a)　(b)　(c)

図

第15講　確認テスト

1　次の[ア]～[オ]にあてはまる語句を選択肢から選べ。

植物性貯蔵多糖であるデンプンは，アミロースまたはアミロペクチンの形で存在する。アミロースは数百から数千の[ア]が[イ]結合で結びついた鎖状ポリマーがらせん構造をとっている。アミロペクチンは[イ]結合した骨格に，[ア]約30個おきに[ウ]結合した枝分かれがある。動物性貯蔵多糖であるグリコーゲンはアミロペクチンに似ているが，[ア]約10個おきに[ウ]結合による枝分かれがある。アミロースをアミラーゼで加水分解すると様々な分子量をもつ[エ]を経て二糖[オ]が生じる。

解答群　1　キシリトール　　2　グルコマンナン　　3　スクロース　　4　セロビオース
5　ソルビトール　　6　デオキシリボース　　7　デキストリン
8　トリニトロセルロース　　9　トレハロース　　10　ブドウ糖　　11　ペクチン
12　マルトース　　13　ラクトース　　14　$\alpha(1\rightarrow2)$　　15　$\alpha(1\rightarrow3)$
16　$\alpha(1\rightarrow4)$　　17　$\alpha(1\rightarrow6)$　　18　$\beta(1\rightarrow2)$　　19　$\beta(1\rightarrow3)$
20　$\beta(1\rightarrow4)$　　21　$\beta(1\rightarrow6)$

第16講　糖類（セルロース）

(3)セルロース：β-グルコース×n(1,4結合)

・熱水に不溶

・ヨウ素デンプン反応陰性(直線状構造)

・セルロース $\xrightarrow{\text{セルラーゼ}}$ セロビオース $\xrightarrow{\text{セロビアーゼ}}$ グルコース

※セルロースの利用

a．再生繊維(レーヨン)

セルロース $\xrightarrow{\text{SB}}$ 溶液 $\xrightarrow{\text{SA}}$ 再生繊維(レーヨン)

(i)ビスコースレーヨン

セルロース $\xrightarrow{\text{濃 NaOHaq}}$ アルカリセルロース $\xrightarrow{CS_2}$

$\longrightarrow$ セルロースキサントゲン酸ナトリウム $\xrightarrow{\text{希 NaOHaq}}$ ビスコース

$\xrightarrow{\text{希 }H_2SO_4\text{aq}}$ ビスコースレーヨン

(ii)銅アンモニアレーヨン(キュプラ)

セルロース $\xrightarrow{\text{シュバイツァー試薬※}}$ 溶液 $\xrightarrow{\text{濃 }H_2SO_4\text{aq}}$ 銅アンモニアレーヨン

※水酸化銅(Ⅱ)を濃アンモニア水に溶かした溶液

$$Cu(OH)_2 + 4NH_3 \longrightarrow [Cu(NH_3)_4](OH)_2$$

b．半合成繊維

(i)ニトロセルロース

セルロース $\xrightarrow[\text{濃 }H_2SO_4]{\text{濃 }HNO_3}$ ニトロセルロース

・トリニトロセルロース⇒火薬

・ジニトロセルロース⇒コロジオン

(ii)アセチルセルロース

セルロース $\xrightarrow{(CH_3CO)_2O}$ アセチルセルロース

第16講　演習問題

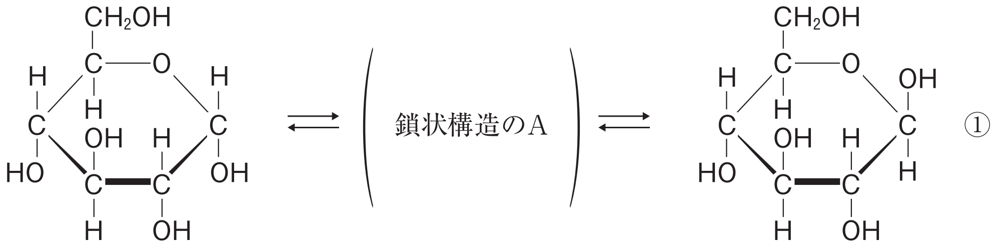
1　セルロースは半合成繊維の原料となる。例えば，セルロースを無水酢酸と反応させると，セルロースのヒドロキシ基が全てアセチル化されて，［ⓐ］が生成する。一部のアセチル基を加水分解後，そのアセトン溶液を細孔から押し出して乾燥させると絹に似た光沢がある［ⓑ］繊維が得られる。

(1)　［ⓐ］，［ⓑ］にあてはまる語句あるいは物質名を記せ。

(2)　セルロース66.0 gに濃硝酸と濃硫酸の混合物を反応させ，すべてトリニトロセルロースにした。トリニトロセルロースは何g生成するか。（原子量　H：1，N：14，O：16）

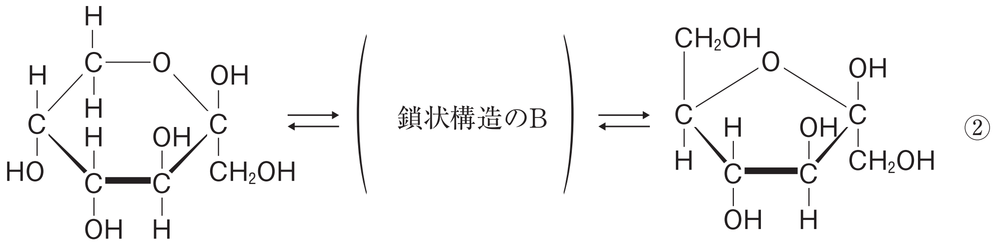
2　次の文を読み，問い(1)～(7)の答えを記せ。

糖類は，生命活動を維持するための重要なエネルギー源である。糖類は一般に$C_m(H_2O)_n$のように，形式的に炭素の水和物として表されるために(　ア　)とも呼ばれる。米やパンなどの主成分であるデンプンは，体内に存在する消化酵素によって単糖であるAにまで加水分解され，Aは細胞内に取り込まれてエネルギー源として代謝される。Aは結晶状態では環状構造をとるが，水中では次に示すように3種類の異性体の平衡状態となる。



環状構造のA（α型）　　環状構造のA（β型）

鎖状構造のAには(　イ　)基が含まれるため，(a)Aの水溶液は還元性を示す。(b)砂糖の主成分であるスクロースは二糖であり，消化酵素あるいは酸による加水分解によりAとBが生成する。BはAの構造異性体であり，結晶状態では環状構造をとるが，水に溶けると次に示すような平衡状態となる。鎖状構造のBは(　イ　)基をもたないが，酸化されやすい構造をもつためにBの水溶液はAと同様に還元性を示す。



六員環構造のB　　五員環構造のB

デンプンは環状構造のA(α型)がグリコシド結合により縮合重合した高分子化合物である。デンプンの中でもA(α型)が直鎖状に連なったものはCと呼ばれ，部分的に枝分かれ構造をもつものはDと呼ばれる。

環状構造のA(β型)がグリコシド結合により縮合重合したものはEと呼ばれ，強い繊維状物質であり植物の細胞壁などに多く含まれる。

(1)　文中の空欄(　ア　)と(　イ　)に最も適する語句を記せ。

(2)　A～Eの物質名を次の中から選べ。

アミロース，アミロペクチン，ガラクトース，グルコース，セルロース，セロビオース，トレハロース，フルクトース，マルトース，ラクトース，リボース

⑶　下線部⒜について，Ａの検出に利用できる反応をすべて選び，その記号を記せ。
　㈠　ニンヒドリン反応　　㈡　フェーリング液の反応　　㈢　ビウレット反応
　㈣　キサントプロテイン反応　　㈤　銀鏡反応　　㈥　さらし粉水溶液による呈色反応

⑷　下線部⒝について，次の問いに答えよ。
　(ⅰ)　スクロースの分子式を記せ。
　(ⅱ)　スクロース171 gが完全に加水分解されると，ＡとＢはそれぞれ何gずつ生成するか。有効数字２桁で答えよ。

⑸　①式の（鎖状構造のＡ）および②式の（鎖状構造のＢ）にあてはまる化合物の構造式を記せ。ただし構造式の書き方は，式に示した化合物の構造式を参考にせよ。

⑹　デンプンの加水分解反応について，次の問い(ⅰ)～(ⅱ)に答えよ。
　(ⅰ)　デンプンの加水分解反応を途中で止めると，デキストリンと呼ばれる重合度の小さい多糖が得られる。デンプン8.1 gから分子量1314のデキストリンは何mol得られるか。有効数字２桁で答えよ。ただし，加水分解前のデンプンの分子量は十分に大きいものとし，加水分解後にはすべて同じ分子量をもつデキストリンになるものとせよ。
　(ⅱ)　直鎖構造をもつ分子量1314のデキストリンの両末端をグリコシド結合により分子内でつなげると，環状オリゴ糖と呼ばれるＦが得られる。このＦ21.6 gを完全にＡにまで加水分解するのに必要な水の量は理論上何gか。有効数字２桁で答えよ。

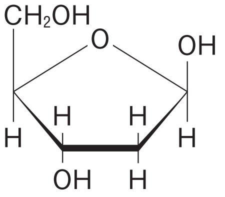
⑺　次の文章について，正しいものに○を，誤りであるものに×を記せ。
　㈠　スクロースの加水分解により得られるＡとＢの混合物はオリゴ糖と呼ばれる。
　㈡　酵母菌によるアルコール発酵では，Ａはエタノールと酸素に分解される。
　㈢　スクロース水溶液とデンプン水溶液の横からそれぞれ強い光を当てると，いずれの場合も溶液内の光の進路が明るく光って見える。
　㈣　Ａ～Ｅの中で，ＣとＤはヨウ素デンプン反応を示す。

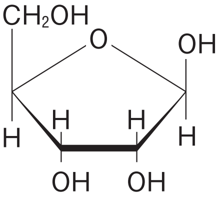
第16講　確認テスト

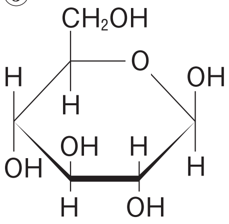
1　セルロースを希硫酸中で加熱し，完全に反応させると，［ 1 ］が得られる。［ 1 ］の構造は［ 2 ］で表される。さらに［ 1 ］を発酵させると，エタノールが生成する。これらの反応が完全に進行した場合，648 g のセルロースからは［ 3 ］g のエタノールが得られる。ただし，このセルロースの分子量は十分に大きいものとする。

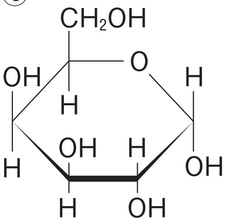
［ 1 ］の解答群　①　ガラクトース　　②　グルコース　　③　スクロース
④　デオキシリボース　　⑤　フルクトース　　⑥　マルトース　　⑦　ラクトース
⑧　リボース

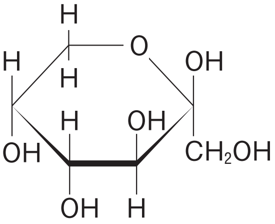
［ 2 ］の解答群

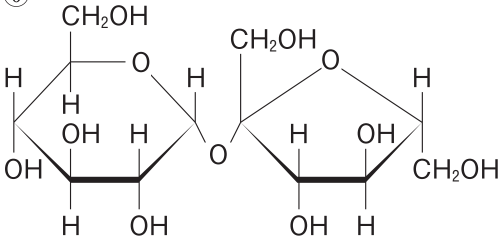
①


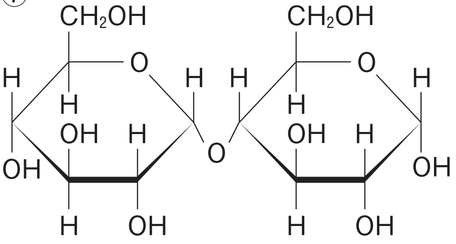
②


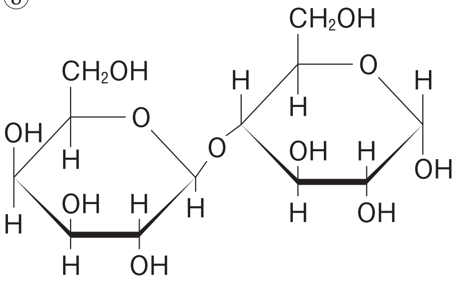
③


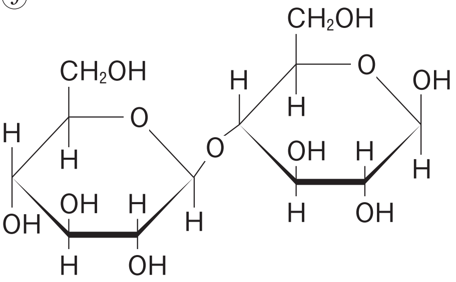
④


⑤


⑥


⑦


⑧


⑨


［ 3 ］の解答群　①　162　　②　174　　③　261　　④　276　　⑤　331
⑥　342　　⑦　368　　⑧　497　　⑨　552

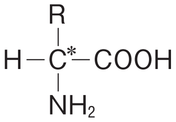
第17講　アミノ酸

3　アミノ酸とタンパク質

糖類と同じで，高分子化合物に相当するのはタンパク質である。タンパク質は動物体の主要成分であるため，もちろん重要であるが，その性質を知るには，まず，構成しているアミノ酸を理解しなくてはならない。アミノ酸から，しっかり確認していこう。

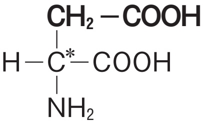
①α–アミノ酸

・天然には約20種
・グリシン(Gly)以外は不斉炭素原子が存在
・ニンヒドリン反応で検出

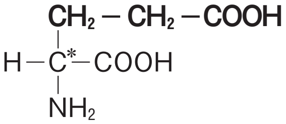


a．代表的なα–アミノ酸

・酸性アミノ酸：側鎖(R)にカルボキシ基をもつ，等電点のpHが酸性域

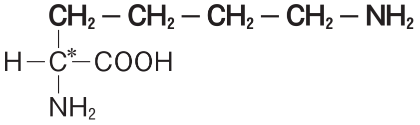


アスパラギン酸(Asp)



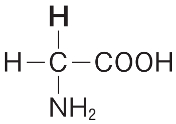
グルタミン酸(Glu)

・塩基性アミノ酸：側鎖(R)にアミノ基をもつ，等電点のpHが塩基性域

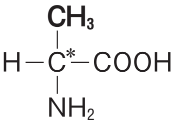


リシン(Lys)

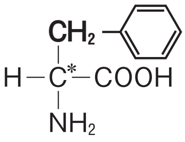
・中性アミノ酸：上記以外，等電点のpHが中性域



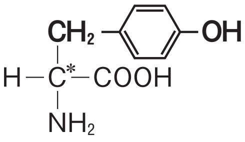
グリシン(Gly)



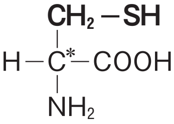
アラニン(Ala)



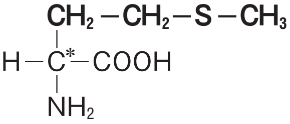
フェニルアラニン(Phe)



チロシン(Tyr)



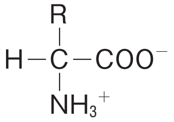
システイン(Cys)



メチオニン(Met)

b．結晶

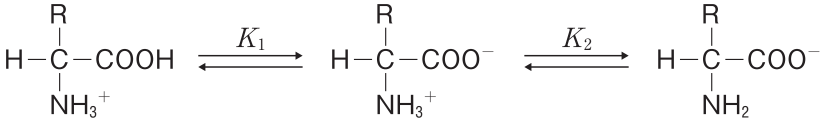
双性イオンで存在するイオン結晶である。



双性イオン

c．水中での平衡

アミノ酸は弱酸性のカルボキシ基と弱塩基性のアミノ基をもつため，水中で，電離平衡となる。



d．等電点

アミノ酸の電荷の総和が0になるpH

・酸性アミノ酸　⇒　酸性域

・塩基性アミノ酸　⇒　塩基性域

・中性アミノ酸　⇒　中性域

等電点において$[\mathrm{H}^+]=\sqrt{K_1 \cdot K_2}$　が成立

第17講　演習問題

1　次の文章を読み，各問いに答えなさい。

タンパク質の構成単位はアミノ酸である。アミノ酸は分子内に酸性の(　ア　)基と塩基性の(　イ　)基の両方をもち，酸・塩基のいずれとも反応する両性電解質である。①その結晶は分子量が同程度のカルボン酸やアミンに比べて融点が高く，常温で固体として存在する。

最も単純な構造をもつアミノ酸であるグリシンは，水溶液中では3種類のイオンA，B，Cとして存在する。その電離平衡は以下の式(1)，(2)で表される。

$$\mathrm{A} \underset{}{\overset{K_1}{\rightleftarrows}} \mathrm{B} + \mathrm{H}^+ \quad (1) \qquad \mathrm{B} \underset{}{\overset{K_2}{\rightleftarrows}} \mathrm{C} + \mathrm{H}^+ \quad (2)$$

問1　文章中の(　ア　)，(　イ　)に適切な語句を記入しなさい。

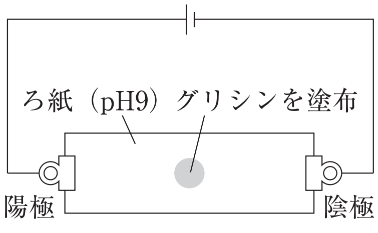
問2　下線部①の理由を説明しなさい。

問3　イオンA，B，Cの構造式を示しなさい。

問4　電離定数K_1，K_2を，各イオンのモル濃度[A]，[B]，[C]，[H^+]を用いて表しなさい。

問5　グリシンの水溶液に酸あるいは塩基を加えて，pHが3および9の2種類の溶液を調整した。溶液中に存在する各イオンの濃度比を[A]：[B]：[C]＝1：x：yで表したとき，pH3および9の溶液のそれぞれのx，yの値を求めなさい。$K_1 = 4.0 \times 10^{-3}$ mol/L，$K_2 = 2.5 \times 10^{-10}$ mol/Lとする。

問6　次図のように，pH9の緩衝液で湿らせたろ紙の両端に電極をつけ，ろ紙の中心には少量のグリシン水溶液を塗布した。これに直流電圧をかけ，電気泳動を行った結果，グリシンはどのように移動したか，答えなさい。



第17講　確認テスト

1　次の文章を読み，［ア］～［エ］にあてはまる語句を下の解答群から選べ。

分子中にアミノ基とカルボキシ基をもつ化合物をアミノ酸という。また，この2種類の官能基が同一炭素原子に結合しているものを［ア］という。［ア］はタンパク質を構成する主要成分であり，約20種類知られている。このうち，生育のために必要な量を体内で合成できず，外部から摂取しなければいけないものを［イ］という。アミノ酸の水溶液では，陽イオン，［ウ］，陰イオンが平衡状態にあり，pHの変化によりその組成が変わる。これらの平衡混合物の電荷が全体として0となっているときのpHを［エ］という。

解答群　①　必須アミノ酸　　②　等電点　　③　α-アミノ酸　　④　双性イオン

第18講　ペプチド・タンパク質

②ペプチド

α-アミノ酸が縮合したもの。このときに生成するアミド結合を**ペプチド結合**とよぶ。

注：ペプチドの前に付く数詞はペプチド結合の数ではなく，α-アミノ酸の数である。

③タンパク質

たくさんのα-アミノ酸が縮合してできたポリペプチド。

ａ．構造

(i)一次構造：α-アミノ酸の配列順序

(ii)二次構造：規則的な立体構造

・α-ヘリックス構造

・β-シート構造

(iii)三次構造：不規則な立体構造

(iv)四次構造：三次構造の集まり

ｂ．検出反応

・ニンヒドリン反応

ニンヒドリン水溶液を加えると赤紫～青紫に呈色する。

N末端が原因のため，アミノ酸の検出にも利用する。

・ビウレット反応

水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫に呈色する。

原因はペプチド結合であるが，２つ以上のとき，すなわちトリペプチド以上を検出できる。

・キサントプロテイン反応

濃硝酸を加えて加熱すると黄色，その後アルカリ性にすると橙黄色に変化する。

ベンゼン環のニトロ化が原因。フェニルアラニンのようなベンゼン環をもつアミノ酸からなるタンパク質を検出できる。

・硫黄原子を検出する反応

水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後，酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると硫化鉛(Ⅱ)の黒色沈殿が生成する。

システインのような硫黄原子を含むアミノ酸からなるタンパク質を検出できる。

c．定量法(ケルダール法)

タンパク質に含まれている窒素原子をアンモニアに変化させて取り出し，そのアンモニアを逆滴定で定量する。

d．分類・性質

形状による分類

・球状タンパク質

水に可溶。生命活動の維持を担うものが多い。

・繊維状タンパク質

水に不溶。構造の維持を担うものが多い。

成分による分類

・単純タンパク質

アミノ酸のみから構成されるタンパク質

・複合タンパク質

アミノ酸とそれ以外のものからなるタンパク質

色素	⇒	色素タンパク質	(例)ヘモグロビン
糖	⇒	糖タンパク質	(例)ムチン
リン酸	⇒	リンタンパク質	(例)カゼイン
核酸	⇒	核タンパク質	(例)ヌクレイン

生体内で特殊な機能をつかさどっているものが多い。

性質

・タンパク質の変性

熱，酸・塩基，重金属イオン，アルコールなどにより立体構造が変化し，凝固する。

・親水コロイド

塩析や電気泳動など，コロイドの性質を示す。

第18講　演習問題

1

問1　グリシン2分子からなる鎖状のジペプチドの構造式を記せ。

問2　アラニン1分子とフェニルアラニン2分子からなる鎖状のトリペプチドの構造異性体のうち，アミノ酸の配列順序が異なるものの数を記せ。

2　異なるα-アミノ酸で構成されたトリペプチドAのアミノ酸の配列順序を決定するため，実験1と実験2を行った。なお，Aの分子量は424で，下の表に示す7種類のα-アミノ酸のうち，いずれかからなる。

実験1

ある酵素でAを加水分解したところ，C末端のα-アミノ酸とジペプチドBが生成した。このα-アミノ酸をpH＝6で電気泳動させたところ，陰極側に移動した。

実験2

別の酵素でAを加水分解したところ，N末端のα-アミノ酸とジペプチドCが生成した。このα-アミノ酸をpH＝6で電気泳動させたところ，陽極側に移動した。また，ジペプチドCに濃硝酸を加えて加熱し冷却後，アンモニア水を加えて塩基性にしたところ，橙黄色になった。

トリペプチドA を構成するα-アミノ酸の名称をN末端側から順に書け。

表　7種類のα-アミノ酸の側鎖と分子量

α-アミノ酸	側鎖(R)	分子量
グリシン	H	75
アラニン	CH_3	89
ロイシン	$CH_2CH(CH_3)_2$	131
アスパラギン酸	CH_2COOH	133
グルタミン酸	$(CH_2)_2COOH$	147
リシン	$(CH_2)_4NH_2$	146
チロシン	$CH_2C_6H_4OH$	181

第18講　確認テスト

1　α-アミノ酸は，図1に示すように［あ］性を示すアミノ基，［い］性を示すカルボキシ基，および各α-アミノ酸固有の置換基Rが同一炭素に結合している有機化合物であり，ペプチドやタンパク質の重要な構成要素である。ペプチド結合は，一つのアミノ酸分子のアミノ基と別のアミノ酸分子のカルボキシ基が［う］して水が1分子とれることによって形成される。［え］タンパク質は，α-アミノ酸のみで構成されている［お］である。n個のα-アミノ酸が［う］して生成したペプチドの一般式は図2のようになり，末端にアミノ基がある方をN末端，カルボキシ基がある方をC末端と呼ぶ(なお，R^1～R^nは各アミノ酸固有の置換基を示す)。α-アミノ酸の結合順序(一次構造)は，タンパク質の立体構造や機能に密接に関係しており，これを決定することは重要である。

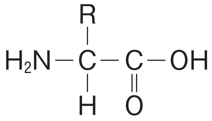


図1　α-アミノ酸の一般式

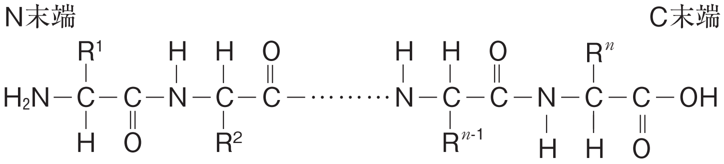


図2　n個のα-アミノ酸からなるペプチドの一般式

タンパク質の立体構造は，［お］鎖が折りたたまれることによって形成される。この折りたたみは，［お］鎖間における［か］結合の形成によりなされる。例えば，α-ヘリックス構造では，あるペプチド結合のC=O基とそこから4番目のα-アミノ酸のN-H基の間に［か］結合が形成されて，らせんを形作る。このような立体構造(二次構造)は加熱や化学薬品の作用により変化し，その結果，タンパク質が凝固することがある。このような変化をタンパク質の［き］という。

問　文章中の空欄［あ］～［き］に当てはまる最も適した語句を次の語群の中から選び，記せ。

【語群】　置換，縮合，付加，ジペプチド，変性，トリペプチド，失活，塩基，ポリペプチド，共有，水素，エステル，アミド，酸，イオン，溶解，単純，複合

第19講　酵素

④酵素

生体内で触媒として作用するタンパク質。

・最適温度がある

体温付近（40℃程度）で最も活性となる。

・最適pHがある

酵素によって異なる最適pHがある。

（例）　ペプシン（胃液）　⇒　pH＝2

　　　　トリプシン（膵液）　⇒　pH＝8

・基質特異性

酵素の活性部位に当てはまる，特定の相手（基質）としか反応しない。

酵素Eの活性部位と基質Sが結合して複合体ESとなり，基質Sが生成物Pとなって酵素Eから離れていく。

$$E + S \rightleftarrows ES \longrightarrow E + P$$

第19講　演習問題

1　次の文章を読み，各問いに答えなさい。

我々の体内では様々な化学反応が起き，各反応において酵素が(　ア　)として機能している。酵素が働きかける物質を(　イ　)といい，特定の(　イ　)にだけ作用する性質を酵素の(　ウ　)という。たとえば，a)酵素のカタラーゼは過酸化水素に働く。

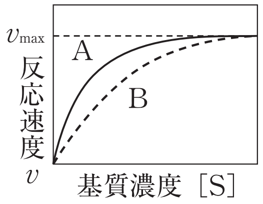
それぞれの酵素には反応速度が最大となる温度があり，通常35～40℃である。酵素は(　エ　)からなるため，高温下では(　エ　)の(　オ　)構造が変化し反応が進みにくくなる。pHも反応速度に影響を与える因子である。(　エ　)を分解する胃液中の(　カ　)はpHが2付近で，膵液に含まれるトリプシンはpHが7～8付近で最大の反応速度を示す。また，ビタミンのように酵素反応を助ける低分子量の有機化合物を(　キ　)とよぶ。

問1　文中の空欄(　ア　)～(　キ　)に最も適する語句を書きなさい。

問2　下線部a)について，この反応で過酸化水素はどのように変化するか，反応式で示しなさい。

2　ある酵素と基質A及び基質Bについて，基質濃度[S]と酵素反応の反応速度vとの関係を調べると，右図のように基質Aでは実線，基質Bでは点線のようになった。なおv_{max}は最大反応速度を意味する。

基質Aと基質Bの，酵素反応に重要な性質の違いを，35字以内で説明せよ。



第19講　確認テスト

1　生体内で化学反応を加速する物質を酵素という。酵素は［ 1 ］が主成分で，触媒の働きをする。酵素が作用する物質を酵素の基質という。多くの酵素は決まった基質だけを選んで化学変化させる。これを酵素の基質［ 2 ］とよぶ。酵素には基質分子と結合する場所がある。それを［ 3 ］といい，結合した状態を酵素―基質［ 4 ］とよぶ。基質は，酵素と［ 4 ］をつくることで反応性が高まる。酵素反応の速度は，酵素―基質［ 4 ］の濃度に依存する。また酵素には，最も反応を効率よく促進する［ 5 ］と［ 6 ］が存在する。［ 5 ］は約40℃である。

問　［ 1 ］～［ 6 ］にあてはまる語句を次の解答群から選べ。

解答群　①　最適温度　②　タンパク質　③　特異性
　　　　④　活性部位　⑤　最適pH　⑥　複合体

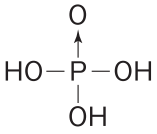
第20講　核酸

4　核酸

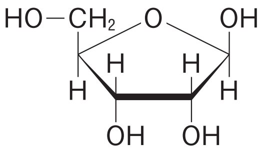
生命活動に大きく関わっている高分子である。今まで通り，構成成分からしっかり確認していこう。

①構成成分

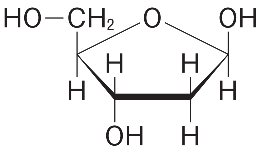
a．リン酸(H_3PO_4)



b．糖：五炭糖(ペントース)

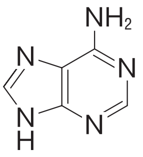


リボース

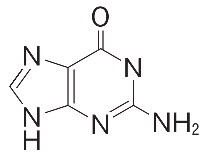


デオキシリボース

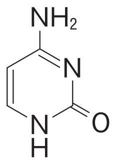
c．塩基



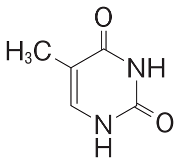
アデニン(A)



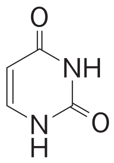
グアニン(G)



シトシン(C)



チミン(T)

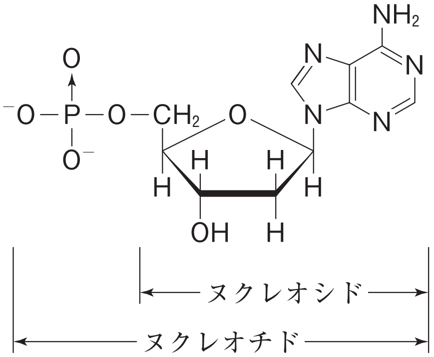


ウラシル(U)

d．ヌクレオチド

リン酸，糖そして塩基が縮合してできる単位。

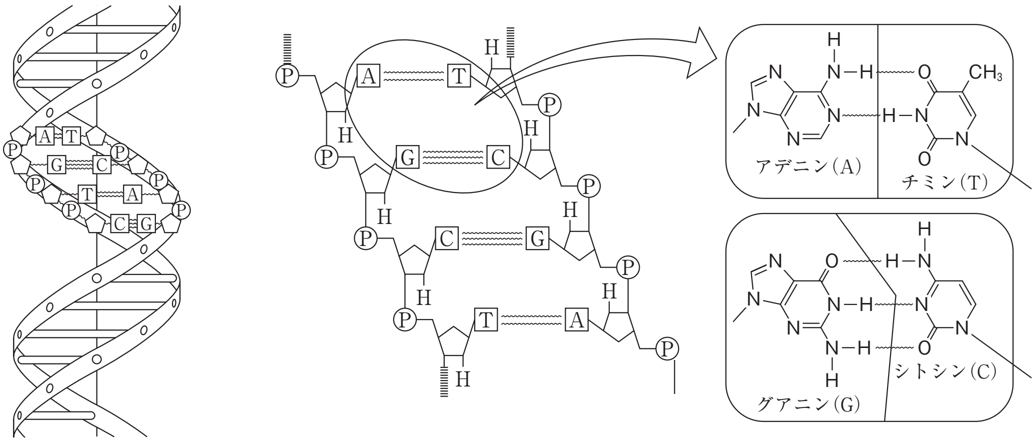
このヌクレオチドが核酸の繰り返し単位となる。



②DNA（デオキシリボ核酸）：遺伝情報を担う

リン酸　＋　デオキシリボース　＋　A・G・C・T

通常，二重らせん構造になっている。



このとき，AとTの間に２本，GとCの間に３本の水素結合が形成されている。

AとT，GとCのような関係を相補的な関係といい，相補的な関係の塩基は，DNA分子内での存在率が必ず等しくなっている。

第20講　演習問題

1　生物の細胞には(　ア　)という高分子が存在する。(　ア　)の基本構造は(a)<u>窒素を含む環状構造の塩基，五炭糖(ペントース)，(　イ　)からなる</u>。(　ア　)にはDNAと(　ウ　)があり，DNAは糖の部分がデオキシリボース，(　ウ　)は糖の部分がリボースからできている。DNAはグアニン，アデニン，シトシン，(　エ　)の4つの塩基，(　ウ　)はグアニン，アデニン，シトシン，(　オ　)の4つの塩基で構成されている。

　DNAは2本の高分子が水素結合により強く結ばれ，安定な(　カ　)構造をとっている。DNAの役割は生命の(　キ　)情報を保持することであると考えられている。一方，(　ウ　)はDNAの情報をもとに(　ク　)を合成することが主な役割である。

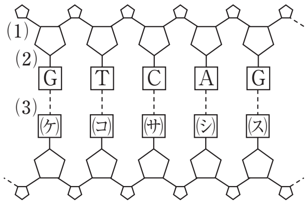


図　DNAの構造の模式図

問1　文章中の(　ア　)～(　ク　)に，適切な語句を入れなさい。

問2　下線部(a)の単量体の名称を答えなさい。

問3　上図はDNAの構造を模式図として示したものである。図中の(　ケ　)～(　ス　)に当てはまる物質を，略記号(物質名でもよい)で答えなさい。

問4　上図中の(1)～(3)のうち，エステル結合，水素結合を示している番号をそれぞれ答えなさい。

問5　ある生物のDNAの塩基組成(モル分率)を調べたら，アデニンが20 mol%を占めていた。このDNA中のグアニンの割合(モル分率)を求めなさい。

＜Note＞

第20講　確認テスト

1　遺伝情報を伝える働きをしている核酸には，DNAとRNAの2種類がある。核酸の基本構造は，糖・塩基・リン酸からなり(　ア　)とよばれる。DNAは糖部分が(　イ　)，RNAは(　ウ　)からできている。DNAを構成している塩基は，アデニン(A)，グアニン(G)，シトシン(C)，チミン(T)の4種類であり，GとCは(　エ　)本の(　オ　)結合で塩基対を形成している。

細胞の核に存在しているDNAの二重らせん構造がほどけ,その遺伝情報に従い(　カ　)RNAが合成される。これを遺伝情報の(　キ　)という。そのRNAは核から出て，細胞質に存在している(　ク　)と結合する。そこで，遺伝情報を受け継いだRNAの塩基配列に対応して特定のアミノ酸が(　ケ　)RNAによって導入される。そして，アミノ酸どうしが(　コ　)結合することによって，最終的にタンパク質が合成される。これを遺伝情報の(　サ　)という。

問1　空欄(　ア　)，(　イ　)，(　ウ　)に最も適する語句を下の欄より選べ。

(1)　マルトース　(2)　フルクトース　(3)　スクロース　(4)　デオキシリボース
(5)　ガラクトース　(6)　ラクトース　(7)　リボース　(8)　グルコース
(9)　ヌクレオシド　(10)　ヌクレオチド

問2　空欄(　エ　)に最も適する数字を下の欄より選べ。

(1)　1　(2)　2　(3)　3　(4)　4　(5)　5

問3　空欄(　オ　)，(　コ　)に最も適する語句を下の欄より選べ。

(1)　共有　(2)　金属　(3)　水素　(4)　エステル
(5)　イオン　(6)　グリコシド　(7)　ペプチド　(8)　ジスルフィド

問4　空欄(　カ　)，(　キ　)，(　ク　)，(　ケ　)，(　サ　)に最も適する語句を下の欄より選べ。

(1)　リボソーム　(2)　合成　(3)　リソソーム　(4)　複製　(5)　ミトコンドリア
(6)　転写　(7)　伝令　(8)　ゴルジ体　(9)　運搬　(10)　一本鎖
(11)　染色体　(12)　翻訳　(13)　ゲノム　(14)　コドン　(15)　滑面小胞体

第5章　合成高分子化合物

第21講　合成高分子化合物(1)

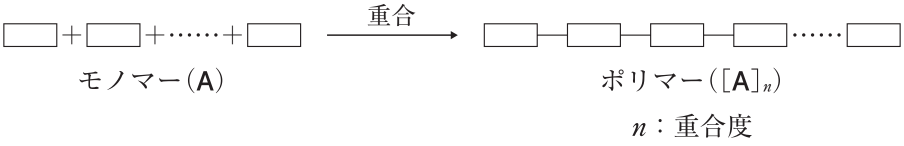
1　高分子化合物

高分子化合物の中で人工的につくられるものが，合成高分子化合物である。

どのような単量体(モノマー)からどのような重合体(ポリマー)がつくられるのか，どのような方法で合成するのか，知っておくべきことは，きちんと頭にいれておこう。

①高分子化合物とは

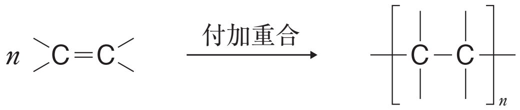
単量体(モノマー)が重合して高分子の重合体(ポリマー)となる。このとき，重合した単量体の数が重合度である。



②重合形式

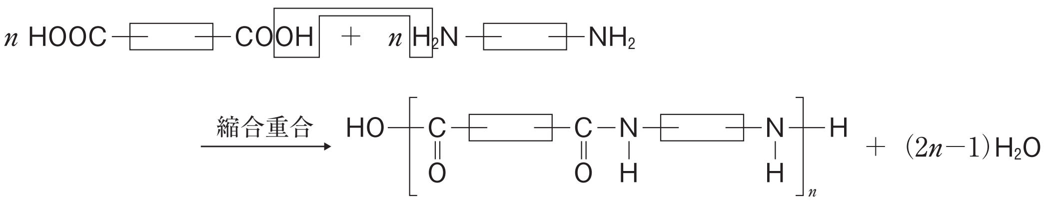
(1)付加重合

単量体が炭素間二重結合等をもつ場合，付加を繰り返して重合していく。これを付加重合という。



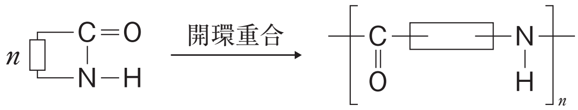
(2)縮合重合(縮重合)

水などの小さい分子が外れ，縮合しながら重合していく。これを縮合重合(縮重合)という。ポリマーがエステル結合やアミド結合をもつ場合が代表的である。



(3)開環重合

単量体が環状構造のとき，開環しながら重合していく。これを開環重合という。



2　繊維

繊維には，天然に存在する**天然繊維**と，人工的に合成する**合成繊維**がある。

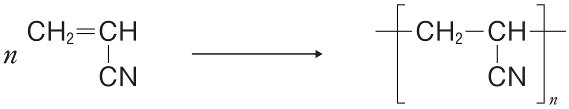
天然繊維には植物由来のもの(綿・麻)と，動物由来のもの(絹・羊毛)があるが，植物由来のものはセルロースであり，糖類で学んだ。また，動物由来のものはタンパク質であり，やはり学んでいる。

よって，ここでは合成繊維に注目していこう。

①付加重合による合成繊維

(1)アクリル系繊維

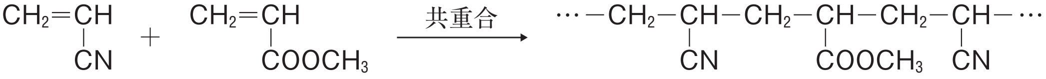
アクリロニトリルを付加重合して得られる合成繊維を**アクリル繊維**という。肌触りが羊毛に似て，衣料や毛布などに利用されている。



アクリロニトリル

また，アクリロニトリルに酢酸ビニルやアクリル酸メチルを混ぜて付加重合させ，得られる繊維を**アクリル系繊維**という。

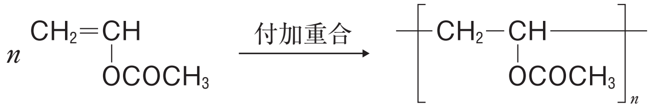
このように２種類以上の単量体を重合させることを**共重合**という。



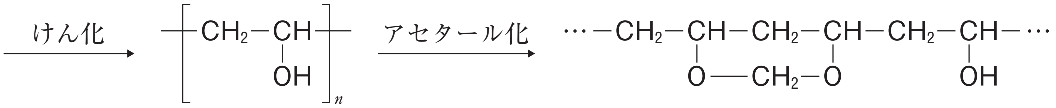
アクリル酸メチル

⑵ビニロン

日本で開発された木綿に似た繊維である。吸湿性に優れ，強度もあるため，ロープや作業着などに利用されている。



酢酸ビニル



ポリビニルアルコール（PVA）　　　　ビニロン

②縮合重合による合成繊維

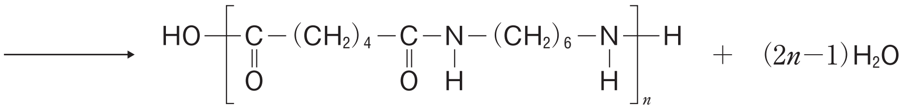
⑴ポリアミド系繊維（ナイロン）

絹や羊毛をもとに合成された繊維である。分子間に水素結合を形成するため，強度の大きい繊維である。しわになりにくい性質ももつ。

a. 6,6−ナイロン（ナイロン66）

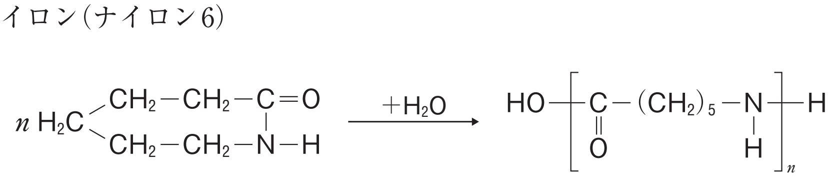
$$n\,\mathrm{HOOC-(CH_2)_4-COOH} \quad + \quad n\,\mathrm{H_2N-(CH_2)_6-NH_2}$$

アジピン酸　　　　ヘキサメチレンジアミン



6,6−ナイロン

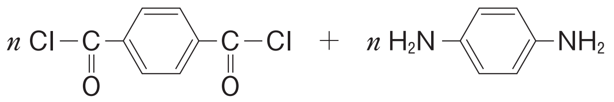
b. 6−ナイロン（ナイロン6）



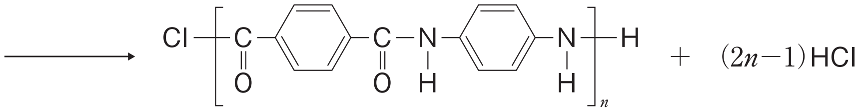
ε−カプロラクタム　　　　6−ナイロン

c. アラミド繊維

※ベンゼン環をもつため，丈夫な繊維である。防弾チョッキなどに利用されている。



テレフタル酸ジクロリド　　*p*-フェニレンジアミン

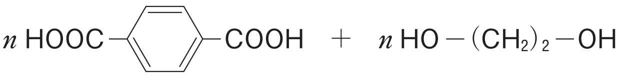


ケブラー

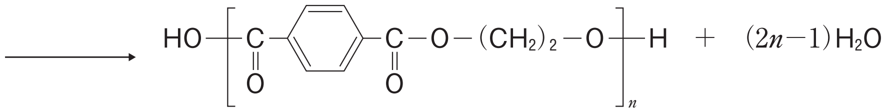
(2)ポリエステル系繊維

a. ポリエチレンテレフタラート(PET)

乾きやすく，しわになりにくいという性質をもつ。ペットボトルなどの合成樹脂としても多量に利用されている。



テレフタル酸　　エチレングリコール

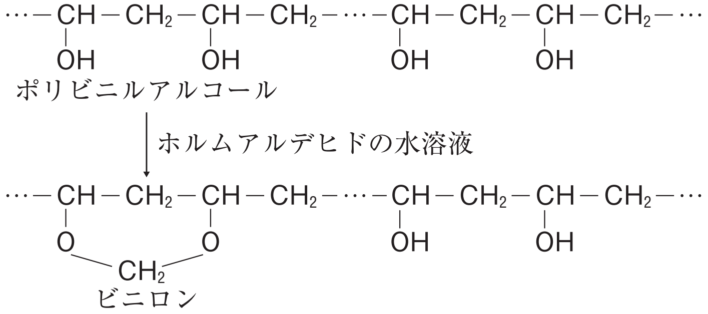


PET

第21講　演習問題

1　図に示すように，ポリビニルアルコール(繰り返し単位 ${-}\!\![CHOH-CH_2]\!\!{-}$ の式量44)をホルムアルデヒドの水溶液で処理すると，ヒドロキシ基の一部がアセタール化されて，ビニロンが得られる。ヒドロキシ基の50%がアセタール化される場合，ポリビニルアルコール88gから得られるビニロンは何gか。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。［　　］g

① 91　② 94　③ 96　④ 98　⑤ 100　⑥ 102



図

2　ビニロンやナイロンは天然高分子化合物と同じような構造をもち，天然繊維と似た性質を示す合成繊維として有名である。ビニロンは酢酸ビニルの [(ア)] 重合で得た①ポリ酢酸ビニルを加水分解し，ポリビニルアルコールとした後，ホルムアルデヒドを含む水溶液を作用させて部分的に [(イ)] 化して得られる。得られたビニロンはセルロースと同じように [(ウ)] 結合とヒドロキシ基の両方をもち，木綿と似た性質をもつ。一方，ナイロンはケラチンやフィブロインなどの [(エ)] と同じ [(オ)] 結合をもち，絹と似た性質をもつ。代表的なナイロンであるナイロン66は②アジピン酸とヘキサメチレンジアミンの [(カ)] 重合で得られる。

問1　[(ア)] ～ [(カ)] に当てはまる語句を答えよ。

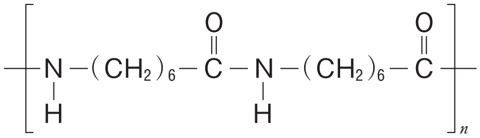
問2　下線部①，②の反応式を記せ。

問3　平均分子量 2.20×10^4 のポリビニルアルコールから平均分子量 2.29×10^4 のビニロンが得られた。このとき，ポリビニルアルコールのヒドロキシ基の何％がホルムアルデヒドと反応したか答えよ。

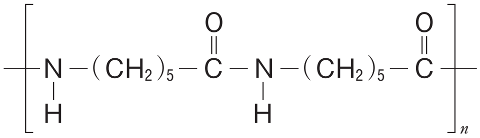
第21講　確認テスト

1　ナイロン66(6,6-ナイロン)の構造式として正しいものを，次の①～⑥から選べ。

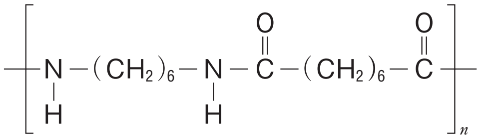
①



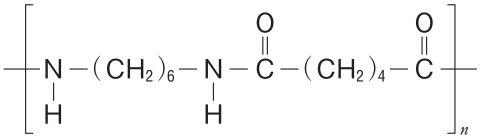
②



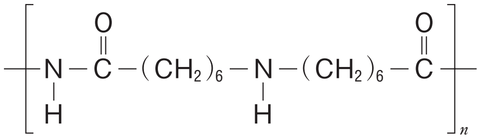
③



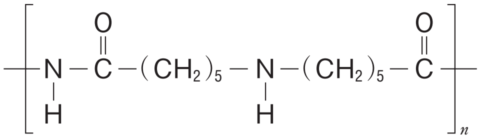
④



⑤



⑥

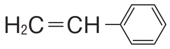
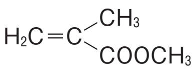


第22講　合成高分子化合物(2)

3　合成樹脂（プラスチック）

　加熱によりやわらかくなる**熱可塑性樹脂**と，加熱により硬くなる**熱硬化性樹脂**がある。
　基本的に鎖状高分子は熱可塑性，網目状高分子は熱硬化性である。よって，モノマーとポリマーが頭に入っていれば，熱可塑性か熱硬化性かは判断できる。

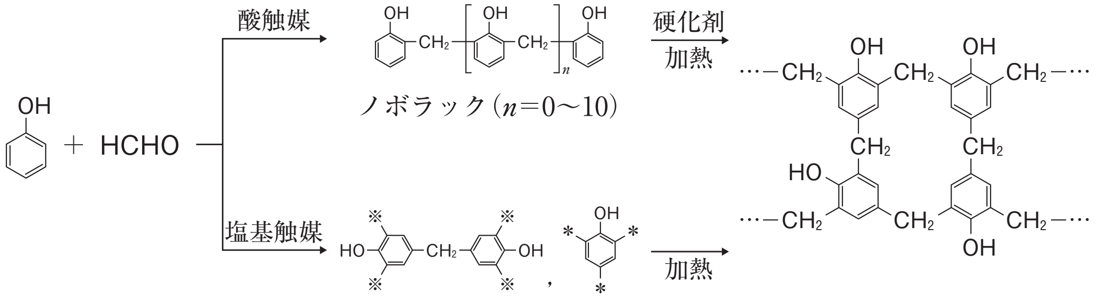
①付加重合による合成樹脂

名　称	単量体	用途・性質・その他
ポリエチレン（PE）	エチレン　$CH_2=CH_2$	袋，容器，フィルム，電気絶縁物など
ポリプロピレン（PP）	プロペン（プロピレン） $CH_2=CH-CH_3$	
ポリ塩化ビニル（PVC） （塩化ビニル樹脂）	塩化ビニル $CH_2=CHCl$	シート，管，板など
塩化ビニリデン樹脂 （PVDC）	塩化ビニリデン $CH_2=CCl_2$	包装材料，食品用ラップなど 耐摩耗性・耐薬品性・難燃性に優れる。
フッ素樹脂 （テフロン）	テトラフルオロエチレン $CF_2=CF_2$ クロロトリフルオロエチレン $CClF=CF_2$ など	電気絶縁材料，フライパンの表面加工材など 耐熱性・耐薬品性・電気絶縁性に優れる。
ポリ酢酸ビニル （酢酸ビニル樹脂）	酢酸ビニル $CH_2=CH-OCOCH_3$	塗料，接着剤，ビニロンの原料など
ポリスチレン（PS） （スチロール樹脂）	スチレン 	透明容器，日用品， 断熱材（発泡ポリスチレン）など
メタクリル樹脂 （アクリル樹脂）	メタクリル酸メチル （重合体はPMMA） 	風防ガラス，プラスチックレンズなど PMMAは有機ガラスともいわれる。

②縮合重合や付加縮合（付加＋縮合）による合成樹脂

(1)フェノール樹脂

最初に実用化された合成樹脂。電気絶縁性に優れ，電気部品等に利用されている。



レゾール（これらの化合物の混合物）　　　　フェノール樹脂

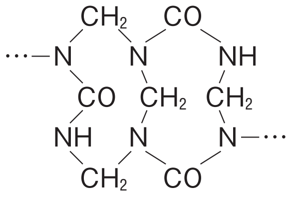
※の1～4か所，＊の1～3か所が

$-CH_2OH$に置換されたものが混じっている

(2)アミノ樹脂

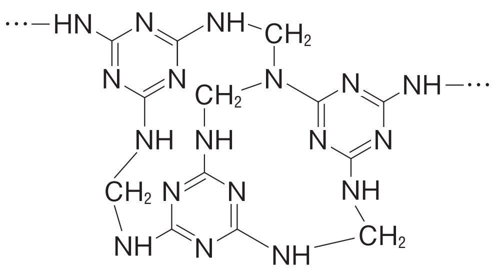
a.　尿素樹脂

着色性に優れる。合板接着剤などに利用される。



b.　メラミン樹脂

耐熱性，耐薬品性に優れる。各種形成品，接着剤などに利用されている。



4 ゴム

天然に存在しているのが天然ゴム(生ゴム)，人工的に合成されたのが合成ゴムである。どのようなものがあるのか，頭に入れておこう。

①ジエン系

$$n\,CH_2{=}CH{-}\underset{\displaystyle X}{\underset{|}{C}}{=}CH_2 \xrightarrow{\text{付加重合}} \left[\,CH_2{-}CH{=}\underset{\displaystyle X}{\underset{|}{C}}{-}CH_2\,\right]_n$$

X			
$-CH_3$	→	ポリイソプレン(天然ゴム)	
$-H$	→	ポリブタジエン	(合成ゴム)
$-Cl$	→	ポリクロロプレン	(合成ゴム)

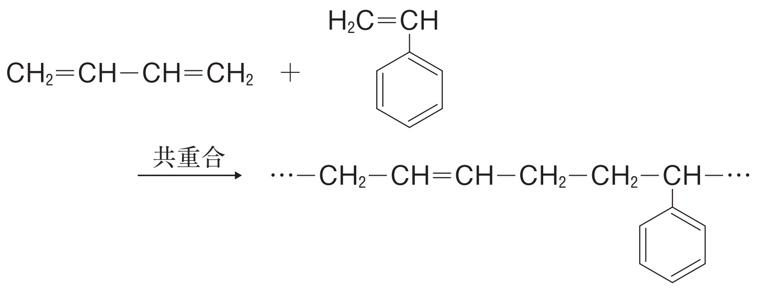
※加硫

天然ゴムに数パーセントの硫黄を加えて加熱すると，架橋構造により丈夫で弾性の増したゴムになる。この操作を**加硫**という。

②共重合系

a. スチレンブタジエンゴム(SBR)

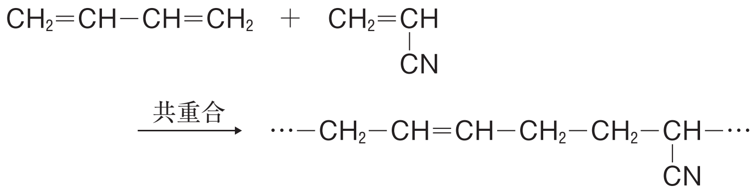
自動車のタイヤなどに利用されている。



SBR

b. アクリロニトリルブタジエンゴム(NBR)

耐油性に優れ，石油ホースなどに利用されている。



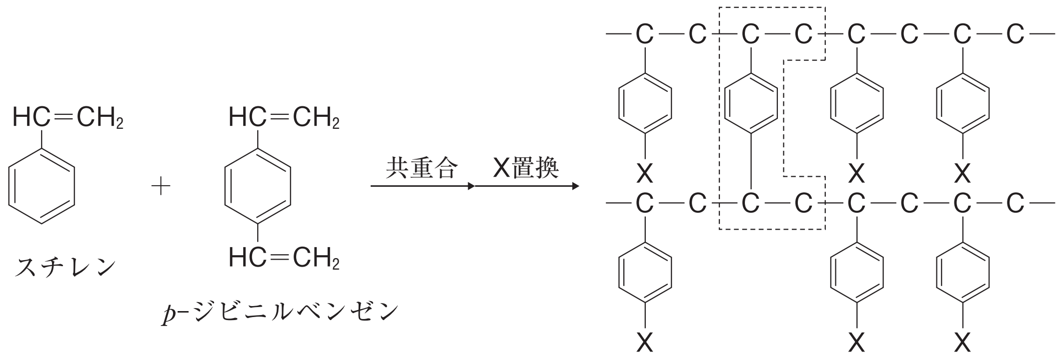
NBR

5　機能性高分子化合物

高分子化合物の物理的・化学的な機能を有効に利用しているものが機能性高分子化合物である。

①イオン交換樹脂

樹脂に電解質水溶液を流し込むと，樹脂のイオンと水溶液中の同符号のイオンが入れ替わる。このような機能をもった合成樹脂を**イオン交換樹脂**という。



陽イオンが入れ替わるものが**陽イオン交換樹脂**，陰イオンが入れ替わるものが**陰イオン交換樹脂**である。

$$R-SO_3H + NaCl \longrightarrow R-SO_3Na + HCl$$

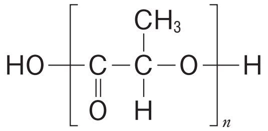
陽イオン交換樹脂

$$R-CH_2-N(CH_3)_3OH + NaCl \longrightarrow R-CH_2-N(CH_3)_3Cl + NaOH$$

陰イオン交換樹脂

②生分解性高分子

土壌や水中の微生物によって分解される高分子が生分解性高分子である。
ポリ乳酸が代表例である。



ポリ乳酸

第22講　演習問題

1　次の文を読み以下の問1から問4に答えよ。

天然ゴムは，イソプレン(2−メチル−1,3−ブタジエン)C_5H_8が [ア] 重合したポリイソプレンである。①天然ゴム中のポリイソプレン分子は，炭素間の二重結合の部分が [イ] 形の構造であるため，力が加わっていない時は，分子全体が平均的には丸まった形をとっている。ゴムを引っ張ると分子全体が伸びた形になるが，この状態が不安定なため，元のように丸まった状態に戻ろうとする。このため，ゴムは伸び縮みする。また，おもりをつるして伸ばした状態のゴムひもに熱湯をかけるとゴムの長さは [ウ] なる。これは，外部からの熱エネルギーによって，ポリイソプレン分子鎖の炭素間の共有結合のうち [エ] 結合を軸にした回転運動が活発になるからである。天然ゴムに硫黄を5～8%加えて熱すると，ポリイソプレン分子鎖間に [オ] 構造を形成し，弾性や強度を増すことができる。このような操作を [カ] という。

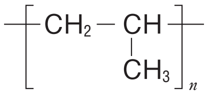
合成ゴムの一種であるスチレンブタジエンゴム(SBR)は，スチレンと1,3−ブタジエンの二種類の単量体の共重合で得られる。SBRは，ベンゼン環を含んでいるため，耐摩耗性，耐熱性に優れており，車のタイヤ等に用いられている。

問1　[ア]～[カ] にあてはまる適切な語句を答えよ。

問2　イソプレンの構造式を示せ。

問3　下線部①について，二重結合のシス－トランス(幾何)異性体の構造が明らかになるように，ポリイソプレンの構造式を示せ。なお，ポリマーの構造は右の例にならって表記せよ。

(例)



問4　スチレンと1,3−ブタジエンの構成単位比が3：2になるように共重合させたSBRの分子量が4.2×10^4の場合，このSBRは，1分子中に1,3−ブタジエン単位を何個含むか答えよ。ただし，ポリマーの末端の構造は考慮しなくてよい。

2　イオン交換樹脂について述べた次の文を読み，下の問1～問5に答えよ。ただし，原子量はH＝1.0，C＝12.0，O＝16.0，S＝32.0とする。

(あ)スチレンに少量の*p*-ジビニルベンゼンを加えて共重合させると，立体網目状構造の樹脂A(図1)が得られる。Aの構造中のベンゼン環の－Hを酸性または塩基性の官能基で置換したものは，イオン交換樹脂として用いられる。

たとえば，(い)Aを濃硫酸で処理すると，[ア]基($-SO_3^-H^+$)をもった樹脂B(図2)が得られる。Bに塩化ナトリウム水溶液を通すと，樹脂中の[イ]と水溶液中の[ウ]が1：1の割合で交換される。このような働きをする樹脂を[エ]樹脂という。

一方，Aの構造中にトリメチルアンモニウム基を含む樹脂C(図3)は，[オ]樹脂として働く。Cに塩化ナトリウム水溶液を通すと，樹脂中の[カ]と水溶液中の[キ]が1：1の割合で交換される。

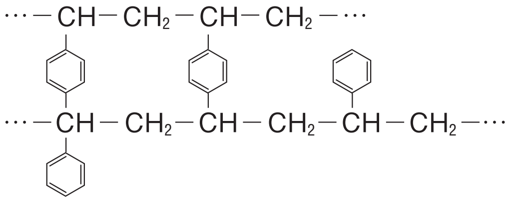


図1　樹脂Aの構造

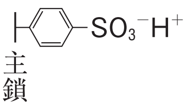


図2　樹脂Bの部分構造

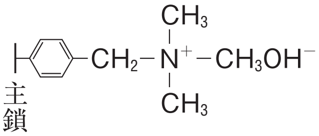


図3　樹脂Cの部分構造

実験室で合成したBを用いて，次の操作1～4を行った。

操作1　乾燥状態のB10gに少量の純水を加え，均一に混和した。

操作2　下部にコックが付いた円筒状ガラス管(カラム)に，操作1で調整したBをすべて注ぎ込んだ。

操作3　Bが沈降したら，その上から10mLの0.10mol/L塩化ナトリウム水溶液を注いでコックをゆるめた後，Bを純水で十分洗浄し，流出液をすべて集めた。

操作4　流出液をすべて100mLメスフラスコに移し，標線まで純水を加えた。

問1　文中の空欄 ア にあてはまる官能基の名称を記せ。

問2　文中の空欄 イ ～ キ に最も適するイオンまたは語句を次の⑾～⒇から選び，それぞれ番号で答えよ。

⑾ Cl^-　⑿ HSO_3^-　⒀ H^+　⒁ $N(CH_3)_4^+$　⒂ OH^-　⒃ SO_4^{2-}
⒄ NH_4^+　⒅ Na^+　⒆ 陰イオン交換　⒇ 陽イオン交換

問3　下線部(あ)および(い)に関して，スチレン104.0gと*p*-ジビニルベンゼン13.0gを完全に共重合させ，得られたAを濃硫酸で処理すると，何gのBが得られるか。有効数字3桁で答えよ。ただし， ア 基は，スチレンに由来するベンゼン環のオルト位とメタ位には導入されず，パラ位のうち50.0％に導入されるものとする。

問4　操作4で得られた溶液のpHはいくらか。最も近い値を次の(1)～(8)から選び，番号で答えよ。ただし，樹脂に通した水溶液は完全にイオン交換されたものとし，溶液中の酸および塩基は完全に電離するものとする。

(1) 1　(2) 2　(3) 3　(4) 4　(5) 10　(6) 11　(7) 12　(8) 13

問5　イオン交換に使用したBおよびCを再生するには，それぞれ何を用いて処理すればよいか。正しいものの組合せを次の(1)～(6)から選び，番号で答えよ。

	Bの再生に用いるもの	Cの再生に用いるもの
(1)	純水	希塩酸
(2)	純水	うすい水酸化ナトリウム水溶液
(3)	希塩酸	純水
(4)	希塩酸	うすい水酸化ナトリウム水溶液
(5)	うすい水酸化ナトリウム水溶液	純水
(6)	うすい水酸化ナトリウム水溶液	希塩酸

第22講　確認テスト

1　天然ゴムは，ゴムの木の樹皮を傷つけて得られるラテックスに［あ］を加えて凝固させたものである。天然ゴムは［い］すると熱分解が起こり，イソプレンが得られる。すなわち，天然ゴムはイソプレンが付加重合したポリイソプレン$(C_5H_8)_n$（nは重合度）である。天然ゴムは二重結合の部分がシス形の構造であり，分子全体が曲がりくねった丸まった形をとっている。ゴムを引っ張ると，ゴム分子は伸びた形となるが，伸びたゴム分子は安定ではなく，自身の熱運動によって，もとの丸まった状態に戻ろうとする。こうしてゴム特有の弾性（ゴム弾性）を示す。たとえば，ゴムにおもりをつけて伸ばした状態でゴムに熱湯をかけると，ゴム弾性が大きくなり，ゴムは少し［う］。

天然ゴムに数%の［え］粉末を加えて加熱すると，［お］構造が生じて弾性が大きくなる。このような操作を［か］という。イソプレンに似た構造をもつ単量体を付加重合させると，弾性のある合成ゴムをつくることができる。たとえば，1,3−ブタジエンを適当な触媒のもとで付加重合させるとブタジエンゴム（BR）が得られる。また，1,3−ブタジエンにスチレンを加えて共重合させると，スチレンブタジエンゴム（SBR）が得られる。

二重結合を含む合成ゴムは，空気中でしだいに酸化され，弾性を失って劣化する。一方，ケイ素原子と酸素原子が交互に連なった骨格の重合体に［お］構造を導入することによりできたゴムにシリコーンゴムがある。シリコーンゴムは，不飽和結合を含まず，耐久性や耐薬品性などに優れている。

〔1〕　文章中の［あ］～［か］にあてはまる語句を下の選択肢の中から選べ。

①　酸　　②　アルカリ　　③　結晶　　④　架橋　　⑤　酸化　　⑥　還元
⑦　縮合　　⑧　乾留　　⑨　加水分解　　⑩　リン　　⑪　硫黄　　⑫　炭素
⑬　透析　　⑭　加硫　　⑮　伸びる　　⑯　縮む

演習問題解答

第１講　演習問題

1　問１　ア　(8)　イ　(6)　ウ　(4)　エ　(1)　オ　(9)

問２　(2)

問３　二酸化炭素だけでなく，水も吸収されるため。

問４　$C_5H_{12}O$

2　c・e

第２講　演習問題

1 (1) 3種類

(2) 14種類

(3) 9種類

第３講　演習問題

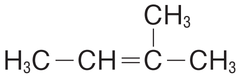
1　問１　C_5H_{10}
　　問２　5
　　問３　6

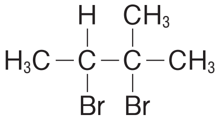
2　②

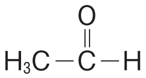
第４講　演習問題

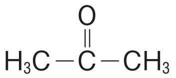
1　1　CH_2　　2　70　　3　C_5H_{10}　　4　赤褐　　5　320

6　鎖　　7　6　　8　黄

9


10


11


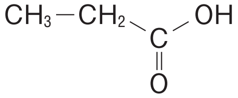
12


第５講　演習問題

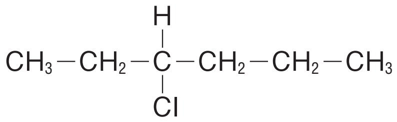
1　問１　

問２　名称　シス－トランス(幾何)異性体

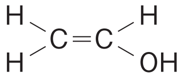
理由　二重結合は回転できないため(回転障害があるため)。

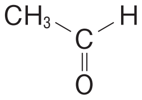
問３　A　

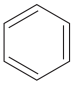
B　$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

C　

D　$H-C\equiv C-H$

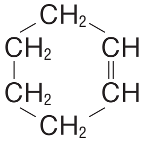
E　

F　

G　

問４　C

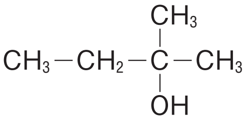
2　問１　C_6H_{10}

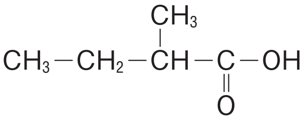
問２　A　

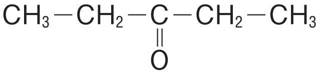
B　$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

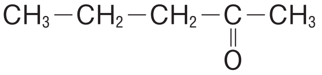
C　$CH_3-CH_2-C\equiv C-CH_2-CH_3$

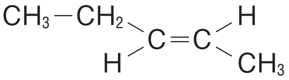
第6講　演習問題

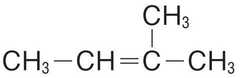
1　問1　D


F


G


H


I


J


問2　E

問3　(a)　○　　(b)　×　　(c)　○　　(d)　×

第７講　演習問題

1

(1)　$C_4H_{10}O$

(2)　$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$

(3)　$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$

(4)　$CH_3-CH_2-C(=O)-CH_3$

(5)　$CH_3-C(CH_3)=CH_2$

(6)　(ク)

(7)　(ア)

第８講　演習問題

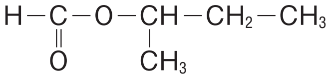
1　(1)　⑤

(2)　ア：②　　イ：①

(3)　HCOOH　ギ酸

(4)　③

(5)　$CH_3CH_2CH(OH)CH_3$

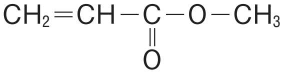
(6)　

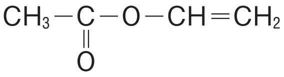
(7)　D：$CH_3CH_2COCH_3$　　E：CHI_3

(8)　②

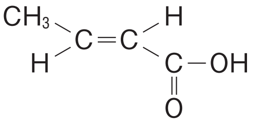
2　(1)　③　　(2)　⑤　　(3)　①　　(4)　④

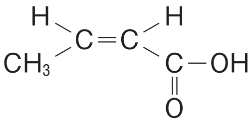
3　問１　組成式：C_2H_3O　　分子式：$C_4H_6O_2$

問２　

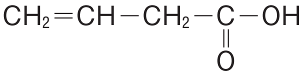
問３　

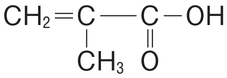
問４　シス－トランス(幾何)異性体があるもの





シス－トランス(幾何)異性体がないもの





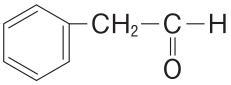
第９講　演習問題

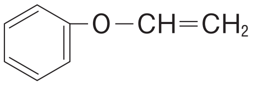
1　問１　C_8H_8O

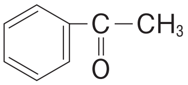
問２　反応名：銀鏡反応　　官能基：ホルミル（アルデヒド）基

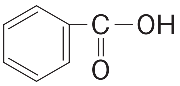
沈殿の色：赤　　沈殿の化学式：Cu_2O

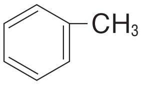
問３　分子式：CHI_3　　反応名：ヨードホルム反応

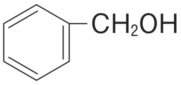
問４　A：

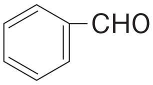
B：

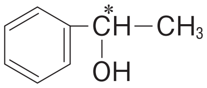
C：

問５　析出物　

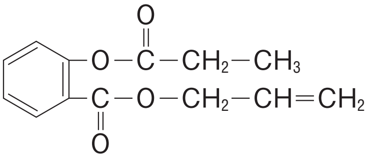
合成原料　





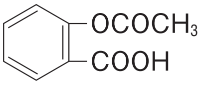
問６


第10講　演習問題

1　問１　A：


C：$CH_2＝CH－CH_2OH$

D：CH_3CH_2COOH

E：


G：CH_3CH_2CHO

問２　サリチル酸

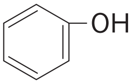
問３　B

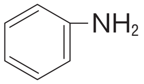
問４　B，D，E

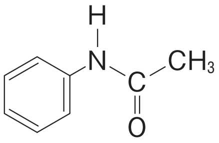
問５　(a)　○　　(b)　×　　(c)　×　　(d)　○

第 11 講　演習問題

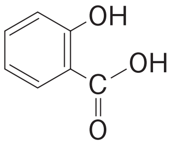
1

A：

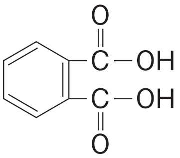
B：

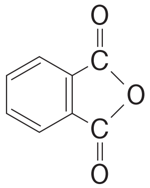
C：

D：$CH_3-C(=O)-OH$

E：

2

問１　D：

E：

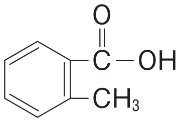
問２　C：$CH_3-CH_2-CH_2-OH$

G：$CH_3-CH_2-C(=O)-OH$

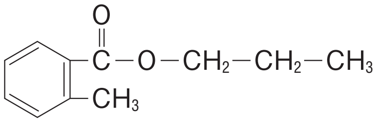
H：$CH_3-CH_2-C(=O)-O-CH_2-CH_2-CH_3$

問３　$C_8H_8O_2$

問４



問５



第12講　演習問題

1

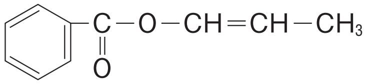
ア	3	イ	2	ウ	3	エ	1	オ	2
カ	3	キ	0	ク	2	ケ	1	コ	02
サ	14	シ	07	ス	10				

2

問1　銀鏡反応

問2　赤褐色から無色に変化

問3



問4　6.72L

第13講　演習問題

1　(1)　872

(2)　9

2

問1　880

問2　144

問3　30.0 mL

第14講　演習問題

1 問１　ア：炭水化物　イ：単糖(類)　ウ：二糖(類)　エ：多糖(類)

オ：α-グルコース　カ：β-グルコース　キ：還元

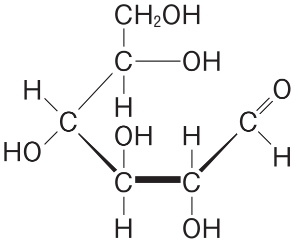
問２　a：OH　b：CHO

問３　Cu_2O

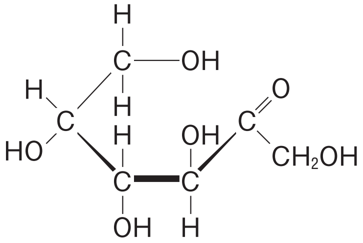
問４　23 g

第15講　演習問題

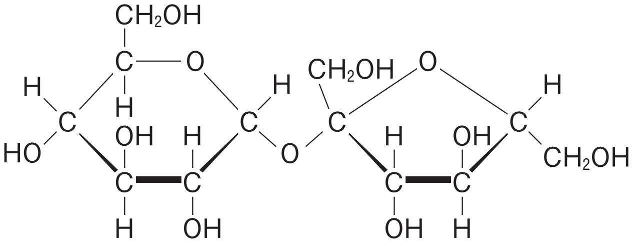
1　問1　(1)　グルコース



フルクトース



(2)



問2　(1)　6.84 g　　(2)　5.72 g

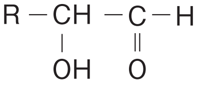
問3　希酸を加えて加熱する。

2　問1　A：①　　B：③　　C：⑥　　D：⑦

問2　Cu_2O

問3　54 g

問4



第16講　演習問題

1　(1)　ⓐトリアセチルセルロース　　ⓑアセテート

(2)　121g

2　(1)　ア：炭水化物　　イ：ホルミル(アルデヒド)

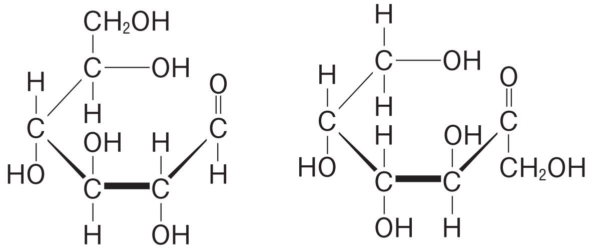
(2)　A：グルコース　　B：フルクトース　　C：アミロース

D：アミロペクチン　　E：セルロース

(3)　(い)・(お)

(4)　(i)　$C_{12}H_{22}O_{11}$　　(ii)　A：90g　　B：90g

(5)　鎖状構造のA：　　　　鎖状構造のB：



(6)　(i)　6.3×10^{-3}mol　　(ii)　2.4g

(7)　(あ)　×　　(い)　×　　(う)　×　　(え)　○

第17講　演習問題

1　問1　ア：カルボキシ　　イ：アミノ

問2　一般的な有機化合物は分子結晶であるのに対し、アミノ酸は双性イオンからなるイオン結晶であるため。

問3　A　$H_3N^+-CH_2-C(=O)-OH$　B　$H_3N^+-CH_2-C(=O)-O^-$　C　$H_2N-CH_2-C(=O)-O^-$

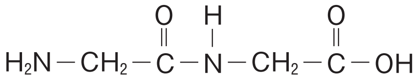
問4　$K_1=\dfrac{[B][H^+]}{[A]}$　$K_2=\dfrac{[C][H^+]}{[B]}$

問5　pH3　x：4.0　y：1.0×10^{-6}　　pH9　x：4.0×10^{6}　y：1.0×10^{6}

問6　陽極側へ移動する

第18講　演習問題

1　問１



問２　3

2　N末端から順番に　アスパラギン酸・チロシン・リシン

第19講　演習問題

1　問1　ア：触媒　イ：基質　ウ：基質特異性　エ：タンパク質　オ：立体(高次)
カ：ペプシン　キ：補酵素

問2　$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$

2　基質Bは基質Aより反応速度が小さいため，酵素―基質複合体を生じにくい。

第20講　演習問題

1　問1　ア：核酸　イ：リン酸　ウ：RNA　エ：チミン　オ：ウラシル
カ：二重らせん　キ：遺伝　ク：タンパク質

問2　ヌクレオチド

問3　ケ：C（シトシン）　コ：A（アデニン）　サ：G（グアニン）
シ：T（チミン）　ス：C（シトシン）

問4　エステル結合　(1)　水素結合　(3)

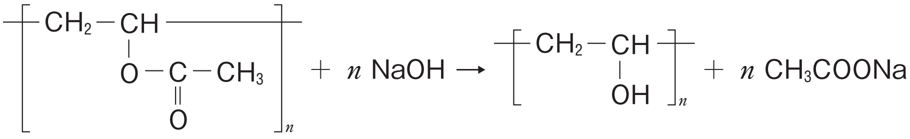
問5　30 mol%

第21講　演習問題

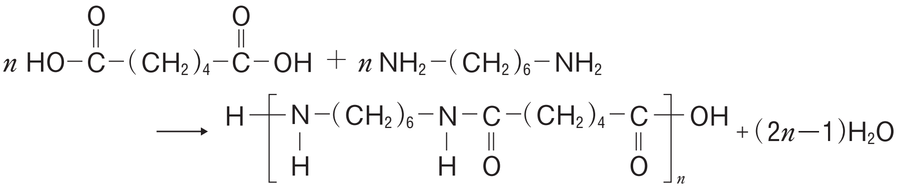
1　②

2　問１　ア：付加　　イ：アセタール　　ウ：エーテル　　エ：タンパク質
　　　　オ：アミド　　カ：縮合

問２　①



②

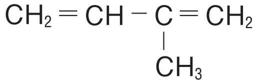


問３　30.0％

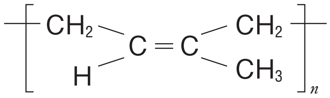
第22講　演習問題

1　問1　ア：付加　イ：シス　ウ：短く　エ：単　オ：架橋　カ：加硫

問2



問3



問4　2.0×10^2

2　問1　スルホ基

問2　イ：(13)　ウ：(18)　エ：(20)　オ：(19)　カ：(15)　キ：(11)

問3　1.57×10^2 g

問4　(2)

問5　(4)

確認テスト解答

第１講　確認テスト

1　⑤

【解説】

炭素，水素，酸素それぞれの原子の質量を求めると次のようになる。

$$C : 132 \times \frac{12.0}{44.0} = 36 \text{ mg}$$

$$H : 81 \times \frac{2.0}{18.0} = 9.0 \text{ mg}$$

$$O : 69 - 36 - 9.0 = 24 \text{ mg}$$

よって物質量比は

$$C : H : O = \frac{36}{12} : \frac{9.0}{1.0} : \frac{24}{16} = 2 : 6 : 1$$

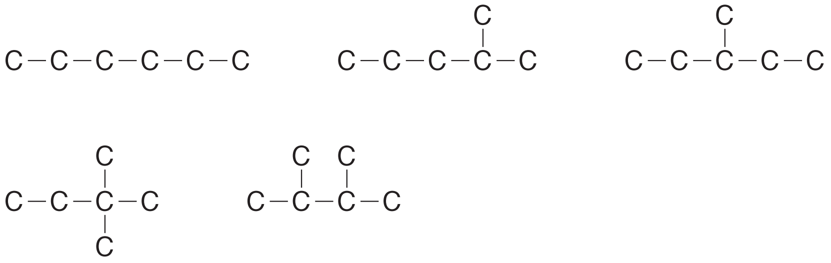
となるため，組成式は C_2H_6O である。

第２講　確認テスト

1　②

【解説】

Hを省略し，C骨格のみを以下に記す。



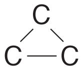
以上の5種となる。

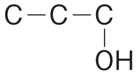
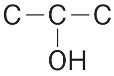
第３講　確認テスト

1　③

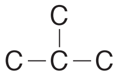
【解説】

基本的にＨを省略し，Ｃ骨格と官能基のみ記す。

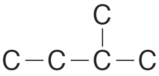
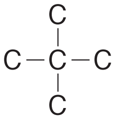
ア．C＝C−C　　の２種がある。

イ．　　C−C−O−C　の３種があるが，

鏡像（光学）異性体は存在しない。

ウ．C−C−C−C　　の２種があるが，

シス－トランス（幾何）異性体は存在しない。

エ．C−C−C−C−C　　　の３種がある。

第４講　確認テスト

1　⑥

【解説】

①　例えばメタンCH_4がエタンC_2H_6になると，分子量はCH_2に相当する14増加する。

②　分子量が大きくなると，分子間力が強くなるため，沸点が高くなる。

③　置換反応である。

④　単結合の方が長い。

⑤　C_2H_4にシクロアルカンは存在しない。

⑥　アルケンに水素を付加させるとアルカンに変化する。
水素を得ることを還元というため，正解。

第5講　確認テスト

1　④

【解説】

①　臭素水の色が消えるのは，アルケンやアルキンの検出法である。

②　直線形の無極性分子である。炭化水素は水に不溶。

③　炭素含有率が高いため，不完全燃焼を起こしやすい。

④　アセトアルデヒドが生成する。中性である。誤り。

⑤　三分子重合が起こるためである。

第６講　確認テスト

1　ア：ヒドロキシ　イ：アルデヒド　ウ：ケトン　エ：還元性　オ：カルボン酸

第７講　確認テスト

1　②・⑤・⑦

【解説】

ヨードホルム反応陽性になる構造は以下の２つである。それぞれの構造式を示性式に変え，当てはまるものを探してみよう。

構造式		示性式		
$CH_3-C(=O)-$	⇒	(1)　CH_3CO-	ひっくり返すと	(2)　$-COCH_3$
$CH_3-CH(OH)-$	⇒	(3)　$CH_3CH(OH)-$	ひっくり返すと	(4)　$-CH(OH)CH_3$

(1)と同じ部分が含まれる⇒⑤$CH_3COCH_2CH_2CH_2COOH$

(3)と同じ部分が含まれる⇒⑦$CH_3CH_2CH_2CH(OH)CH_3$

(4)と同じ部分が含まれる⇒②$CH_3CH(OH)C_6H_5$

第8講　確認テスト

1　④

【解説】

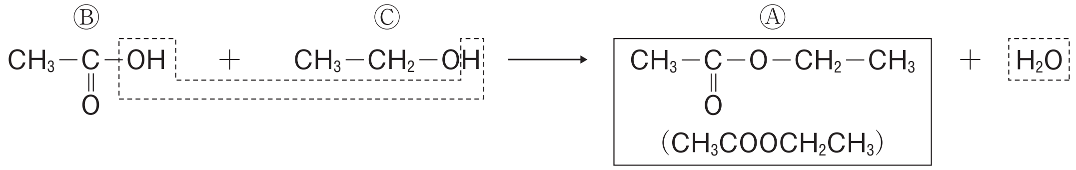
化合物A（分子式$C_4H_8O_2$）は分子式が$C_nH_{2n}O_2$であること。また，「加水分解」されたことから，エステルだと考えられる。

エステルを加水分解して生成する物質はカルボン酸（酸性）とアルコール（中性）であるため，化合物Bはカルボン酸，化合物Cはアルコールとなる。

アルコールCを酸化するとカルボン酸Bになったことから，CとBは炭素数が同じである。（アルコールを酸化しても炭素数は変わらない）

よって，全体の炭素数4をBとCで等しく分けることになるので，化合物BとCはともに炭素数2のカルボン酸とアルコールである。

以上より，カルボン酸Bは酢酸CH_3COOH，アルコールCはエタノールCH_3CH_2OHであり，BとCから脱水すれば，エステルAが判明する。



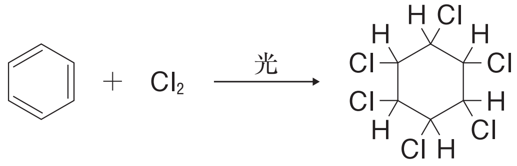
第9講　確認テスト

1　④

【解説】

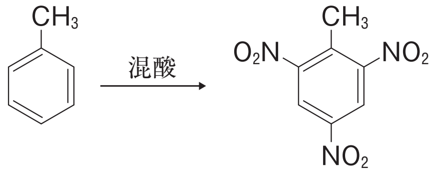
①　60℃程度にする

②



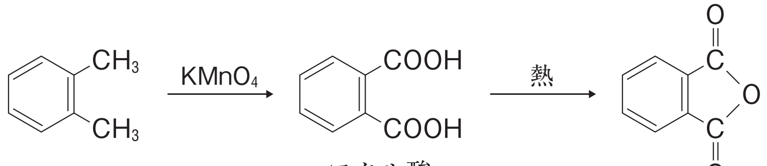
ヘキサクロロシクロヘキサン

③



2,4,6－トリニトロトルエン

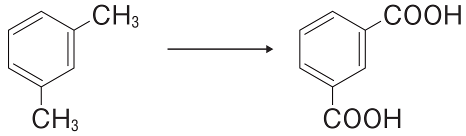
④



フタル酸

無水フタル酸

⑤

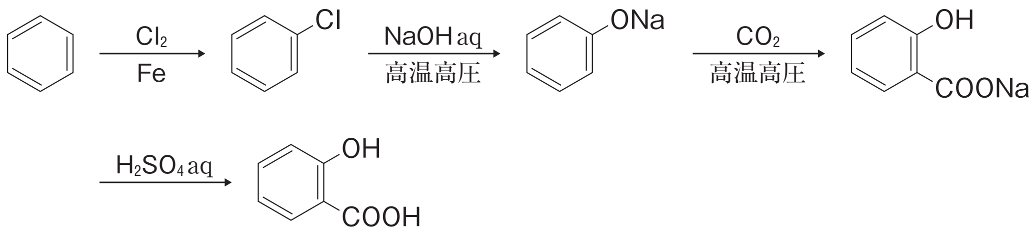


イソフタル酸

第10講　確認テスト

1　a：④　b：②　c：①　d：③

【解説】



第11講　確認テスト

1　⑤

【解説】

①　還元

②　紫色。アニリンブラックは$K_2Cr_2O_7$を加えたとき。

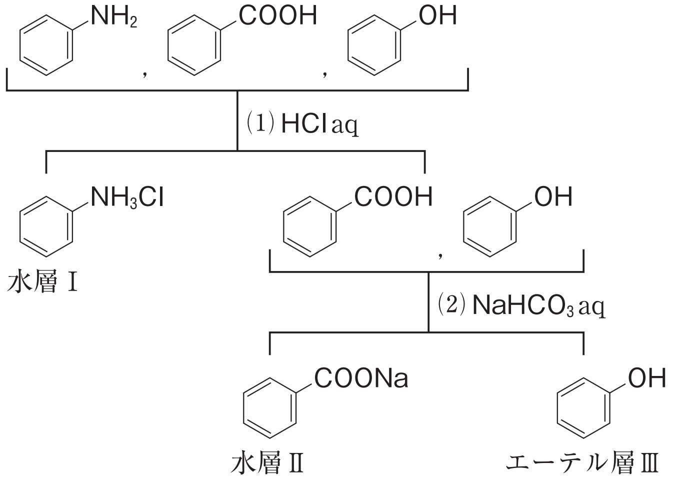
③　アミド化（アセチル化）

④　亜硝酸ナトリウム

第12講　確認テスト

1　②

【解説】



第13講　確認テスト

1　1：⑥　2：③　3：②　4：④　5：①　6：⑤

【解説】

略

第14講　確認テスト

1　問１　⑷　　問２　⑸　　問３　⑶　　問４　⑷　　問５　⑷　　問６　⑶

【解説】

問１　2・3・4・5番のＣ原子の４つである。

問２　1・2・3・4・5番のＣ原子の５つである。

問３　3・4・5番のＣ原子の３つである。

問４　2・3・4・5番のＣ原子の４つである。

問５　2・3・4・5番のＣ原子の４つである。

問６　共に還元能力がある。

第15講　確認テスト

1　ア：10　　イ：16　　ウ：17　　エ：7　　オ：12

【解説】

略

第16講　確認テスト

1　1：②　　2：③　　3：⑦

【解説】

1　希硫酸を使用しているため，グルコースまで分解される。

2　略

3　セルロース$(C_6H_{10}O_5)_n$ → nグルコース$C_6H_{12}O_6$ → $2n$エタノールC_2H_5OH

分子量$162n$　　分子量180　　分子量46

セルロースのmol：エタノールのmol＝1：$2n$　が成立するため生成するエタノールをx gとすると，次のようになる。

$$\frac{648}{162n} : \frac{x}{46} = 1 : 2n \qquad x = \boxed{368\,\mathrm{g}}$$

第17講　確認テスト

1　ア：③　　イ：①　　ウ：④　　エ：②

【解説】

略

第18講　確認テスト

1　あ：塩基　　い：酸　　う：縮合　　え：単純　　お：ポリペプチド
　か：水素　　き：変性

【解説】

略

第19講　確認テスト

1　(1)　②　(2)　③　(3)　④　(4)　⑥　(5)　①　(6)　⑤

【解説】

略

第20講　確認テスト

1　問1　ア：(10)　イ：(4)　ウ：(7)　問2　(3)
　問3　オ：(3)　コ：(7)
　問4　カ：(7)　キ：(6)　ク：(1)　ケ：(9)　サ：(12)

【解説】

略

第21講　確認テスト

1　④

【解説】

ナイロン66は，ヘキサメチレンジアミン$H_2N-(CH_2)_6-NH_2$とアジピン酸$HOOC(CH_2)_4COOH$の縮合重合によって合成されるナイロンである。

第22講　確認テスト

1　あ：①　い：⑧　う：⑯　え：⑪　お：④　か：⑭

【解説】

乾留とは空気を遮断して加熱すること(→第8講)。天然ゴムを乾留することにより分解が進行し，イソプレンが得られる。

〈 Memo 〉

Ⓒ RECRUIT
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。